

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

Bakalářská práce

PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ JAKO PRVEK EKOLOGICKÉ
STABILITY KRAJINY

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

Autor bakalářské práce: Tomáš Kubeš

České Budějovice, 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Tomáš KUBEŠ
Osobní číslo: Z16054
Studijní program: B4106 Zemědělská specializace
Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí
Téma práce: Protierozní opatření jako prvek ekologické stability krajiny
Zadávající katedra: Katedra krajinného managementu

Zásady pro vypracování

Cílem práce je zpracování podrobné literární rešerše týkající se protierozních opatření využitelných v projektech pozemkových úprav. Bude vyhodnocen jejich vliv na možné zvýšení stability krajiny a napojení na ÚSES. Literární rešerše bude zpracována tak, aby sloužila jako kvalitní podklad pro případné zpracování diplomové práce zabývající se navazující problematikou. Součástí práce bude stručný popis vybrané lokality související s řešenou problematikou.

1. Literární rešerše na daná témata:

a/ pozemkové úpravy

b/ vodní eroze

c/ půdoochranná opatření

d/ protierozní opatření a jejich uplatnění v ÚSES

2. Popis a zpracování konkrétní lokality.

3. Vyhodnocení a závěr.

Rozsah pracovní zprávy: 40 – 45 stran textu
Rozsah grafických prací: dle potřeby
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

- DUMBROVSKÝ, M., MEZERA, J., STRÁTECKÝ, L.: Metodický návod pro vypracování návrhů pozemkových úprav, Česká komora pro pozemkové úpravy, Praha 2004, 190 stran
SKLENIČKA, P. Základy krajinného plánování, Naděžda Skleničková, Praha 2003, ISBN 80-903206-1-9
TOMAN, F. Pozemkové úpravy, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 1995, ISBN 80-7157-148-8
Časopisy: Pozemkové úpravy, Urbanismus a územní rozvoj, Landscape and urban planning, Land use policy
HOLÝ, M.: Protierozní ochrana. SNTL, Praha, 1978
JANEČEK, M.: Základy erodologie. ČZU Praha, Praha, 2008
KOKOLJA, V., KOS, M.: Protierozní oševní postupy. UVTIZ Praha, Praha 1989

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
Katedra krajinového managementu

Datum zadání bakalářské práce: 19. dubna 2018
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2019

V Českých Budějovicích dne 19. dubna 2018



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentůvská 1869, 370 06 České Budějovice

L.S.



doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 15. 4. 2019

Tomáš Kubeš

Anotace

Bakalářská práce pojednává o protierozních opatřeních a o jejich využití v pozemkových úpravách. První část je zaměřena na podrobnou literární rešerši, která řeší erozi, protierozní opatření a ekologickou stabilitu. V následující části je charakterizováno zájmové povodí. V povodí jsou vypočteny hodnoty smyvu půdy pomocí Wischmeier-Smithovy rovnice. V případech, kdy dojde k přesáhnutí tolerované hodnoty smyvu, jsou navržena vhodná protierozní opatření.

Klíčová slova: vodní eroze, Wischmeier-Smith, protierozní opatření

Annotation

The bachelor thesis deals with the topic of antierosion precautions and their utilisation in a land consolidation. The first part is focused on a detailed literary research which covers the topics of erosion, antierosion precaution and ecological stability. Afterwards, values of soil loss are calculated via Wischmeier-Smith equation in a selected river basin. In cases of overly high values of soil loss, suitable antierosion precautions are suggested.

Keywords: water erosion, Wischmeier-Smith, antierosion precaution

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování této práce.

Obsah

1. ÚVOD	8
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
2.1 POZEMKOVÉ ÚPRAVY.....	9
2.2 EROZE	12
2.2.1 Eroze ledovcová.....	13
2.2.2 Eroze sněhová	13
2.2.3 Eroze zemní	14
2.2.4 Eroze antropogenní.....	14
2.2.5 Eroze větrná	14
2.2.6 Vodní eroze	16
2.3 PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ	20
2.3.1 Organizační protierozní opatření	21
2.3.2 Agrotechnická protierozní opatření	23
2.3.3 Technická protierozní opatření.....	24
2.4 KRAJINA A JEJÍ EKOLOGICKÁ STABILITA	27
2.4.1 Územní systém ekologické stability.....	30
3. CÍL PRÁCE	33
4. METODIKA	33
4.1 WISCHMEIER-SMITHOVA ROVNICE	33
4.2 CHARAKTERISTIKA POVODÍ.....	35
5. VÝSLEDKY A DISKUZE.....	39
6. ZÁVĚR.....	51
7. SEZNAM LITERATURY	52
8. PŘÍLOHY	55

1. Úvod

Přírozená eroze je proces, při kterém dochází k formování zemského povrchu. Tento druh eroze probíhá v nenarušených přírodních podmínkách pozvolna a bez škodlivých důsledků. To se však zásadně mění v zemědělsky využívané krajině, kde dochází k výraznému zrychlení erozních procesů. V důsledku eroze je z polí odnášena půda a živiny, což může vést k poklesu úrodnosti dané oblasti. Unášené částice jsou převážně ukládány na úpatí svahů, avšak jemný materiál je dál odnášen až do nádrží, rybníků, řek atd. a tím dochází k jejich zanášení. Dochází také k transportu chemických látek, které pak ohrožují využití vodních zdrojů.

V České republice jsou zemědělské pozemky ohroženy především vodní a větrnou erozí. Daná problematika je podrobně rozebrána v rámci literární rešerše, kde jsou popsány druhy eroze, příčiny erozních procesů a škody působené vodní erozí. Pokud jde o ochranu před erozí, existuje řada opatření, která dokážou výrazně zmírnit dopady eroze na zemědělských pozemcích. Dělí se na organizační, agrotechnická a technická. Většina opatření je zaměřena buď na podporu vsaku vody do půdy nebo na zamezení či zpomalení povrchového odtoku. V poslední části literární rešerše se řeší krajina a její ekologická stabilita.

Následuje praktická část práce, ve které je proveden výpočet odnosu půdy ze zemědělských pozemků v důsledku vodní eroze. Pro účely výpočtu bylo vybráno povodí Homolského potoka, které bylo stručně charakterizováno. V rámci celého povodí jsou vypočítány hodnoty odnosu půdy z půdních bloků. V případě, že jsou hodnoty vyšší, než je tolerovaný smyv, jsou navržena vhodná opatření, která zároveň působí kladně na ekologickou stabilitu okolí.

2. Literární přehled

2.1 Pozemkové úpravy

Kvůli současné velké roztržitosti vlastnických vztahů v České republice nedochází k efektivnímu obhospodařování zemědělské půdy. Základními problémy jsou často poloha pozemků vlastníků uvnitř velkých bloků a zároveň malá výměra a nevhodný tvar daných pozemků. Dochází tak k tomu, že některé pozemky ve svých původních hranicích nejsou přístupné nebo tyto pozemky není možné obdělávat běžnou mechanizací (Sklenička, 2003).

V období totalitního režimu stát neprávem odňal mnoho půdy a zlikvidoval hranice pozemků. V krajině docházelo k intenzifikačním technickým akcím jako např. regulace toků, systematické drenáže, likvidace protierozních mezí, polních cest. Došlo tak k nenahraditelným ztrátám interakčních prvků v krajině, utrpěly typické znaky krajinného rázu a došlo také ke komunikační nepropustnosti území. Krajina byla více a více zjednodušována po vzoru ruské celiny, tedy naprosto jiného typu krajiny. Po pádu komunistického režimu bylo třeba výše zmíněné problémy řešit, a proto v roce 1991 vstoupila krajina do novodobých pozemkových úprav, kdy nabyl účinnosti „zákon o půdě“ a „zákon o pozemkových úpravách“ (Burian et al., 2011).

Zákon č. 139/2002 Sb. definuje pozemkové úpravy následovně: *„Pozemkovými úpravami se ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. V těchto souvislostech původní pozemky zanikají a zároveň se vytvářejí pozemky nové, k nimž se uspořádávají vlastnická práva“*

Pozemkové úpravy ve svém komplexu reprezentují opatření technického i biologického charakteru, který mění ustálenou pozemkovou držbu. Tím se podílejí nejvýznamnějším způsobem na nové organizaci krajiny jako prostorové mozaiky ekosystémů určitého území (Jonáš et al., 1990).

Hlavní cíle pozemkových úprav

- Vytvoření územních předpokladů pro zpřístupnění, racionální využívání a ochranu ZPF

- Ochrana a obnova krajiny a přírodních zdrojů
- Vytvoření digitální katastrální mapy
- Odstranění duplicitních záznamů v katastru nemovitostí
- Dokončení přidělového řízení

Hlavní účastníci pozemkových úprav

- Vlastníci pozemků
- Pozemkový úřad
- Obec
- Projektant
- Další orgány zejména státní správy (Sklenička, 2003)

Formy pozemkových úprav

V současné době existují dvě formy pozemkových úprav – jednoduché pozemkové úpravy a komplexní pozemkové úpravy.

Jednoduché pozemkové úpravy (JPÚ) přerozdělují a nově uspořádávají pozemky zemědělské půdy. Nejčastěji se nové pozemky navrhnou v rámci stávajících bloků půdy a neřeší se širší územní vztahy. Velice často se jedná jen o část katastrálního území a jen několik vlastníků. V současné době se JPÚ nejčastěji provádějí v pohraničních, ale i dalších oblastech, kde jsou nejasné vlastnické vztahy v důsledku nedokončených přidělových řízení z poválečného období a také kde je třeba provést upřesnění nebo rekonstrukci přidělů. Dále v oblastech, kde většina vlastníků souhlasí s obnovou pozemků podle pozemkového katastru a kde není nutné realizovat plán společných zařízení. Dalším případem může být řešení problému v zátopových oblastech nebo silně erozně ohrožených půd.

Komplexní pozemkové úpravy (KPÚ) se na rozdíl od JPÚ zpravidla řeší v rámci celého katastrálního území, v nezastavěné části (extravilánu). Mohou zasahovat i do sousedních katastrálních území a zahrnout jejich části do řešení. V rámci KPÚ se vyřeší vlastnické vztahy, obnoví katastrální operát, nově se uspořádají a zpřístupní pozemky a je zpracován plán společných zařízení (PSZ). Dochází k reorganizaci cestní sítě, vzniká nový protierozní systém (Vlasák, Bartošková, 2007).

Plán společných zařízení

Plán společných zařízení (PSZ) patří mezi základní část pozemkových úprav. Slučuje v sobě všechna opatření potřebná k naplnění cílů pozemkových úprav a usiluje o jejich maximální prostorovou a funkční optimalizaci. PSZ je základní kostra, která identifikuje a řeší problémy daného území (Vlasák, Bartošková. 2007).

Dumbrovský (2004) řadí mezi opatření PSZ:

- Opatření sloužící ke zpřístupnění pozemků (polní nebo lesní cesty, mostky, propustky apod.)
- Protierozní opatření pro ochranu půdního fondu (průlehy, meze, zasakovací pásy, příkopy apod.)
- Vodohospodářská opatření (nádrže, rybníky, úpravy toků, suché poldry apod.)
- Opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí (ÚSES, doplnění zeleně apod.)

Návrh společných zařízení zahrnuje celkovou bilanci výměry půdního fondu, kterou je nutno vyčlenit k jeho provedení. Pro účely PSZ se nejdříve používají pozemky ve vlastnictví státu a pozemky ve vlastnictví obce. Pokud nelze využít jen tyto pozemky, je nutné vyčlenit rozsah, kterým se na potřebné výměře půdního fondu podílejí vlastníci pozemků (Dumbrovský. 2004).

Všechny prvky plánu společných zařízení se posuzují z několika hledisek tak, aby byly polyfunkční. Například polní cesta s příkopem doplněná zelení plní funkci ke zpřístupnění, protierozní a také působí jako vodohospodářské opatření. Další příklad je biokoridor, který má ekologickou funkci, dále se podílí na protierozní ochraně (větrolam, zasakovací pás) a v krajině také působí esteticky (Vlasák, Bartošková, 2007).

2.2 Eroze

Slovo „eroze“ je latinského původu a je to odvozenina slova „erodere“, které v češtině znamená rozhlodávat. V nejširším smyslu se erozí myslí rozrušování litosféry, resp. pedosféry erogenním materiálem, který se pohybuje. V dnešní době se erozí rozumí proces, který zahrnuje jak rozrušování půdního povrchu, tak i transport a sedimentaci naerodovaných půdních částic působením erozních činitelů (Janeček et al., 2008).

Eroze půdy, která probíhá přirozeně, bez zásahu člověka, se nazývá geologická eroze. Většinou je tento druh eroze tak pomalý, že se stíhá vytvořit nová půda rychleji, než je stará odnesena. Naopak, ke zrychlené erozi dochází, když člověk naruší půdu nebo přirozenou vegetaci kvůli zemědělským účelům (kácení lesů, orba ve svahu atd.). Zrychlená eroze je výrazně ničivější, než eroze geologická, zvláště na prudkých svazích a při velké srážce (Brady, Weil, 2002).

Při erozních procesech s nižší intenzitou dochází k vymývání jemných půdních částic, což se projevuje změnou půdní textury i struktury a snížením vodní kapacity půdy. Při procesech eroze s vyšší intenzitou dochází k odnosu velké části vrchního horizontu půdy. Nižší půdní horizont (obvykle s menší propustností) tak v důsledku nepřijímá dostatečně srážkovou vodu a půdní profil je ochuzen o zásobu vláhy. V suchých obdobích to má výrazný vliv na vývoj vegetace (Holý, 1994).

Intenzitu eroze půdy je možné výrazně snížit a umožnit tak trvalé využívání půd k pěstování potřebných rostlin. Proces eroze půd je celosvětovým problémem, který každoročně způsobí úbytek tisíců km² zemědělské půdy. V České republice jsou podmínky výskytu erozních procesů specifické, neboť v minulém století při přechodu na velkovýrobní způsob hospodaření a při další intenzifikaci zemědělské výroby, byla eroze podceněna. Úrodnost půd je tak velmi ohrožena zrychlenou erozí (Janeček et al., 1992).

Třídění eroze podle činitele

Holý (1978) dělí erozi podle následujících šesti činitelů:

- eroze ledovcová
- eroze sněhová
- eroze zemní
- eroze antropogenní
- eroze větrná
- eroze vodní

Dále uvádí, že druhy eroze se mohou vyskytovat jednotlivě nebo v kombinaci, což má výrazný vliv na intenzitu erozních procesů. V celosvětovém měříku nejvíce škodí eroze vodní a větrná.

2.2.1 Eroze ledovcová

Druh eroze, který se převážně vyskytuje v chladných oblastech s průměrnou teplotou pod bodem mrazu. Zachar (1970) upozorňuje na zvláštnost ledovcové eroze, kdy led působí při malých rychlostech svojí vahou. Účinky ochranných opatření proti obrovské síle ledu jsou téměř zanedbatelné. V současnosti se na území České republiky pochopitelně ledovcová eroze nevyskytuje. Holý (1978) dodává, že ledovcová eroze se projevuje ve velehorských polohách (Kavkaz, Alpy, Skalisté hory aj.). Typickým projevem této eroze je vytváření morén – ledovec obrušuje a unáší do údolí velké množství materiálu (hornin), který po uložení tvoří právě morény. Podle způsobu dopravy nahromaděného materiálu, vznikají morény svrchní, spodní a boční.

2.2.2 Eroze sněhová

Na ledovcovou oblast klimaticky navazuje pásmo sněhové eroze. Ta se výrazně projevuje v místech s trvalou sněhovou pokrývkou (nad sněhovou čárou). Oproti ledovcové erozi se sněhová eroze vyskytuje i v České republice, např. Krkonoše, Jeseníky (Zachar, 1970). Projevem sněhové eroze jsou laviny, které při velkém tlaku a vysoké rychlosti transportují erodované částice směrem do údolí, kde poté dochází k sedimentaci.

2.2.3 Eroze zemní

Zemní erozí se nazývá erozní činnost suťových proudů, tvořených suťovým materiálem prosyceným vodou. Pohybují se ve směru gravitace do údolí a při tom rozrušují podklad a vytvářejí hluboké rýhy. Naerodovaný materiál ohrožuje údolní polohy, osady, komunikace, stavby atd. Znamé jsou suťové proudy na Kavkaze či v Alpách (Holý, 1994).

2.2.4 Eroze antropogenní

Člověk působí na erozi především tím, že erozi půdy urychluje a zvyšuje její účinek. Nepřímo člověk působí např. ničením přirozené vegetace, pěstováním plodin s malým půdoochranným účinkem, zhoršením chemických i biologických vlastností půdy, zvyšováním povrchového odtoku atd. (Zachar, 1970). Holý (1978) poté doplňuje, že přímý vliv je především realizace technických staveb a urbanizace.

2.2.5 Eroze větrná

Tento druh eroze se vyskytuje ve všech zeměpisných šířkách. Působením větru dochází k rozrušování povrchu terénu. Uvolněné částice vítr transportuje a při poklesu síly větru následně sedimentují. Škodlivost erozního působení se projevuje především rozrušováním půdy, odnosem a sedimentací na jiných místech (může zanést vegetaci). Kromě odnosu půdy škodí také přímo tím, že unášené částice poškozují rostliny (Buzek, 1983).

Intenzitu eroze větrné ovlivňují klimatické faktory (teplota a vlhkost vzduchu, směr a rychlost proudění vzduchu), půdní a geologické faktory (geologická skladba území, tvar a velikost půdních částic, vlhkost půdy, půdní struktura), vegetační faktory (vegetační kryt, posklizňové zbytky) a také antropogenní faktory (rozmístění a tvar pozemků, způsob hospodaření). Určení erozní ohroženosti oblasti větrnou erozí je náročnější než u eroze vodní (Podhrázská et al., 2011).

Pasák et al. (1984) dodávají, že v České republice představuje větrná eroze menší riziko než vodní, nikoliv však zanedbatelné. Téměř 29 % zemědělské půdy je u nás ohroženo větrnou erozí, přičemž na Moravě je to zhruba 40 % a v Čechách 23 %.

Formy větrné eroze

Rozlišujeme dvě základní formy – **deflaci** a **korazi**. Deflace je přemístění, resp. odnos půdních částic silami větru na různé vzdálenosti a následná sedimentace. Korazí se rozumí obrušování hornin půdními částicemi, které podléhají deflaci. Intenzita koraze závisí na odolnosti materiálu, druhu částic nesených větrem a rychlostí větru. Korazi typicky podléhá např. pískovec (Holý, 1994).

Holý (1978) dělí proces větrné eroze na tři fáze:

- Uvedení půdních částic do pohybu
- Transport půdních částic
- Ukládání půdních částic

První dvě nastanou při působení přízemního větru s energií, která dokáže překonat sílu gravitace půdních částic, třetí naopak začíná při poklesu energie větru pod danou míru.

Pohyb půdních částic působením větru

Pohyb půdních částic vyvolává vítr, který působí na půdní povrch. Směrem od povrchu půdy do výše se průměrná rychlost větru exponenciálně zvětšuje. V určitém bodě téměř u půdního povrchu je rychlost větru nulová. Poloha tohoto bodu se liší v závislosti na drsnosti povrchu, výšce a hustotě vegetace. V oblasti nad bodem nulové rychlosti je vítr turbulentní – vířivé proudění s proměnlivými rychlostmi ve všech směrech. Částice uvádí po pohybu právě turbulentní vítr. Vyskytují se tři druhy pohybu částic.

- **Pohyb ve formě suspenze**

Pouze velmi jemné půdní částice o velikosti $< 0,1$ mm se pohybují ve formě vzdušné suspenze. Rychlost pádu velmi jemných částic je tak nízká, že částice po zvednutí zůstávají vlivem působení turbulence a vířivých proudů větru dlouhodobě suspendovány ve vzduchu. Takto malé částice mohou prašné bouře přemístit na velké vzdálenosti.

- **Pohyb částic skokem**

Pohyb skokem je nejvýznamnější, protože se tímto způsobem přemístí největší množství půdní hmoty. Pohybují se takto středně velké částice, průměrná velikost je 0,1 až 0,15 mm. Půdní částice je větrem zdvižena do vzduchu, avšak gravitace postupně zpomaluje vertikální postup. Na vrcholu své dráhy částice vlivem gravitace

začne klesat, až konečně s velkou energií narazí na povrch půdy, kde uvede do pohybu další částice.

- **Pohyb částic sunutím po povrchu**

Obvykle se takto pohybují částice o průměrné velikosti od 0,5 do 1 až 2 mm, teoreticky však neexistuje horní hranice pro velikost. Sunutí částic po povrchu nastává působením síly větru i energie částic, které jsou již v pohybu.

Tabulka č. 1 - Vzdálenost přenosu půdních částic (Holý, 1978)

Průměr půdních částic [mm]	Vzdálenost přenosu
>1	jen několik metrů
1-0,125	1 až 1,5 km
0,125-0,0625	několik kilometrů
0,0625-0,0312	přes 300 km
0,0312-0,0156	přes 1500 km
pod 0,0156	neomezená

2.2.6 Vodní eroze

Dopadající dešťové kapky na nechráněný půdní povrch narušují svou kinetickou energií půdní agregáty a uvolňují tak půdní částice. Stékající voda se postupně soustřeďuje a na vegetací nechráněné půdě působí erozně. Postupně vytváří rýžky, rýhy až erozní strže. Při snížení sklonu terénu nebo rozptýlením povrchového odtoku dochází k usazování unášených půdních částic. (Janeček et al., 1992).

Pokud je intenzita deště nižší než infiltrační schopnost půdy, nedochází k povrchovému odtoku. Jestliže ovšem intenzita deště přesáhne schopnost infiltrace půdy, pak nastane povrchový odtok (Morgan, 2005).

Projevy vodní eroze jsou patrné ve všech klimatických pásmech, nejen v humidních oblastech. V extrémně aridních oblastech je sice její působení minimální, ale v suchých oblastech při občasných přívalových srážkách voda může tvarovat starou údolní síť, např. vádí v severní Africe (Buzek, 1983).

Podle Skleničky (2003) způsobuje zrychlenou vodní erozi na zemědělské půdě nerespektování zásad protierozní ochrany. Obecně se jedná o ignoraci přírodních charakteristik a rezignaci na tradiční zásady využívání krajiny. To postupně vedlo k vytváření rozlehlých pozemků (bloků), k orbě po spádu, ke zhutňování půd,

k odstraňování rozptýlené zeleně (mezi, remízků), k pěstování nevhodných plodin na erozně ohrožených půdách, k nevhodné delimitaci kultur atd.

U zmrzlých půd je infiltrační kapacita závislá na půdní vlhkosti při promrzání a také na tom, jak se opakuje tání a promrzání. Při tání voda může zaplnit póry a poté zmrznout, čímž bude bránit infiltraci. Sněhové srážky mají menší kinetickou energii, tudíž nedochází k rozrušování půdy jako při dešti. Na druhé straně však chybí vegetační kryt a půda je nasycená vodou. Dochází tak k výrazně vyššímu povrchovému odtoku, který má větší transportní kapacitu. Ta však nemůže být plně využita, protože může být erodována jen půda, která už není promrzlá (Janeček, 2008).

Formy povrchové vodní eroze

Podle účinků vody na půdní povrch dělíme vodní erozi na:

- Plošnou
- Výmolovou
- Proudovou

Plošná vodní eroze

Tato forma je charakterizována rozrušováním a smyvem půdní hmoty na celé ploše území. Zprvu se jedná o **erozi selektivní**, kdy povrchový odtok transportuje jemné půdní částice a na ně vázané chemické látky. Mění se tak půdní textura a snižuje se obsah živin. Půdy se stávají hrubozrnnější a mají nízký obsah živin, půdy obohacené smyvem jsou jemnozrnnější a bohaté na živiny. Selektivní eroze je pozvolná, často nepozorovatelná a nezanechává po sobě žádné stopy. Způsobuje nestejný vývoj vegetace, projevující se rozdílným růstem, barvou a kvalitou v částech svahu. Spolehlivě lze selektivní erozi odhalit pomocí rozboru půdy a stanovením změny obsahu živin v průběhu svahu.

Při střídání málo odolných a odolných vrstev v půdním profilu a větší kinetické energie stékající vody může dojít ke smyvu půdy ve vrstvách (**eroze vrstevná**). Obvykle při ní dochází ke ztrátě celé orniční vrstvy (Holý, 1978).

Výmolová vodní eroze

Výmolová vodní eroze vzniká soustředěným povrchovým odtokem vody, která vyrývá v půdě mělké zářezy, které se postupem času prohlubují. Prvním stupněm výmolové vodní eroze je **eroze rýžková** a **brázdová**. Při rýžkové vznikají v půdě

drobné úzké zářezy, které však dohromady tvoří hustou síť. Pro brázdovou erozi jsou typické mělké širší zářezy s menší hustotou než u eroze rýžkové. Oba typy eroze postihují velkou část povrchu svahu, a proto se často označují jako nejvyšší stupeň eroze plošné.

Z rýžek a brázd postupně vznikají pokračujícím soustředěným odtokem hlubší rýhy, které se po svahu postupně spojují a prohlubují. Výsledkem je **rýhová eroze**, která přechází ve vyšší stupeň – **erozi výmolovou** a ta v nebezpečnou, území devastující **erozi stržovou**. Výsledkem jsou hluboké výmoly a strže. Voda přitékající do zhlaví výmolů a strží často vytváří vodopád, který svou činností prodlužuje výmol nebo strž proti sklonu (Holý, 1978).

Proudová vodní eroze

Tento typ eroze se vyskytuje ve vodních tocích působením proudu vody. Při erodování dna se jedná o **erozi dnovou**, jsou-li rozrušovány břehy, mluvíme o **erozi břehové**. Dnová eroze probíhá směrem podél toku, břehová eroze probíhá kolmo na osu toku (Holý, 1978).

Příčiny vodní eroze

Vznik, průběh a intenzitu erozního procesu ovlivňuje řada přírodních i antropogenních faktorů, které Janeček (2008) dělí následovně:

Klimatické a hydrologické

- Zeměpisná poloha
- Nadmořská výška
- Množství a intenzita srážek

Morfologické

- Sklon území
- Délka a tvar svahu
- Expozice

Geologické a půdní

- Povaha horninového substrátu
- Půdní typ a druh

Vegetační

- Hustota a délka trvání pokryvu

Způsob využívání a obhospodařování půdy

- Poloha a tvar pozemku
- Směr obdělávání
- Střídání plodin

Buzek (1983) dodává, že jedním z rozhodujících faktorů je právě sklon území. Při překročení tzv. kritického sklonu svahu se na něm začínají projevovat výrazné stopy eroze. Určení tohoto kritického sklonu je však proměnlivé, záleží na faktorech jako charakter podloží, vlhkostní poměry, stav vegetace aj.

Tabulka č. 2 - Plochy ohrožené vodní a větrnou erozí v povodích Labe, Moravy a Odry (Buzek, 1983)

Povodí	Vodní eroze		Větrná eroze	
	tis. ha	%	tis. ha	%
Labe	1007	19,6	438	8,5
Morava	545	23,8	784	34,2
Odra	193	26,2	167	26,9
Celkem	1715	21,3	1389	17,2

Škody působené vodní erozí

Janeček (2008) upozorňuje na fakt, že půda je nejcennější přírodní bohatství a je nutné ji chránit. Jakmile dojde k degradaci půdy, tak je její náprava ekonomicky drahá a hlavně časově náročná. Důsledkem vodní eroze půdy je právě změna fyzikálních vlastností, zejména struktury, textury, pórovitosti, infiltrační schopnosti, objemové hmotnosti aj. Pasák et al. (1984) doplňují, že vodní eroze způsobuje nenávratnou ztrátu zeminy, humusu i živin, vysušení půdy a celkovou degradaci produktivity půdy. Zhoršení vlastností půdy a celkové úrodnosti znamená pochopitelné snížení výnosů.

Uvolněné půdní částice jsou při poklesu rychlosti stékající vody ukládány na úpatí svahů. Jemný materiál je však dále transportován do hydrografické sítě, kde tvoří velkou část splavenin. Splaveniny zanášejí přirozené i umělé vodní toky, vodní nádrže a stavby na tocích. V tocích zvyšují niveletu dna, což může způsobit zamokření v přilehlém území. Ve vodních nádržích dochází kvůli splaveninám ke zmenšování kapacity prostoru a jejich čištění je problematické a nákladné. Problémem však je i

transport chemických látek z polí. Nejčastěji se jedná o průmyslová hnojiva a různé druhy pesticidů. Chemické látky se čím dál častěji objevují v povrchových i podzemních vodách a mají tak negativní vliv na jakost vody. Navíc vysoký obsah dusíku a fosforu způsobuje eutrofizaci vodních nádrží a to snižuje jejich rekreační hodnotu (Holý, 1994).

Cablík, Jůva (1963) se ještě zmiňují o problému zhoršení vodního režimu erodované oblasti. Je to způsobeno především tím, že erozně splachovaná půda snižuje svou vsakovací schopnost, takže následná srážková voda z velké části povrchově odtéká a málo se vsakuje. V nížinách kvůli tomu hrozí nebezpečné povodně a rovněž se nevytvářejí zásoby podzemní vody, což pak při suchu vede k nedostatku vody.

2.3 Protierozní opatření

Zemědělskou půdu na svazích je nutné chránit před erozí vhodnými protierozními opatřeními. O použití různých způsobů ochrany rozhoduje jejich účinnost, požadované snížení smyvu půdy a nutná ochrana objektů při respektování zájmů uživatelů půdy a vlastníků, ochrany přírody, životního prostředí a tvorby krajiny (Burian et al., 2011).

Ve většině případů se jedná o komplex organizačních, agrotechnických a technických opatření, které se vzájemně doplňují a respektují současně základní požadavky a možnosti zemědělské výroby v nových podmínkách. Dosavadní výzkum i praxe potvrdily, že v případě vodní eroze je nutné řešit ochranu v rámci hydrologických celků – povodí (Janeček et al., 1992).

Švehla, Vaňous (1987) uvádějí, že protierozní ochranu je potřeba nejprve řešit a realizovat tam, kde eroze působí zvláště velké škody. V těchto případech by se měly (kromě promyšleného systému technických opatření) dodržovat zásady vhodné volby osevních postupů s ohledem na svažitost území. Pro ochranu půdy vegetačním krytem je kritické, jak jsou porosty pěstovaných plodin vyvinuty v době výskytu přívalových dešťů. V našich podmínkách jde zhruba o časový úsek od poloviny května do počátku září.

Při protierozní ochraně podle Cablíka, Jůvy (1963) sledujeme následující tři úkoly – odstranění umělých příčin eroze (špatné užívání a obdělávání půdy), zvýšení protierozní odolnosti půdy a ochrana půdy proti erozi. Všechny způsoby, ať už

společně či odděleně, musí současně zamezovat odnos půdy a udržovat přiměřenou půdní vláhu.

Tlapák, Šálek, Legát (1992) dodávají, že v podstatě všechna protierozní opatření proti vodní erozi budou zaměřena na:

- co největší zintenzívnění infiltrace vody do půdy, aby nedocházelo k povrchovému odtoku.
- zamezení možnosti soustředování odtoku, pokud nelze dosáhnout dostatečného vsaku a dbát o jeho neustálé rozptylování.
- zpomalování povrchového odtoku, aby nenabyl unášecí síly schopné odnášet zeminu.

Návrhy a realizace protierozních opatření by podle Janečka (2008) měly vycházet z odborně zpracovaných projektů pozemkových úprav. Plán společných zařízení v komplexních pozemkových úpravách řeší mj. i návrh ochranných protierozních a vodohospodářských opatření. Prostřednictvím plánu společných zařízení jsou vytvářeny podmínky pro umístění protierozních opatření v řešeném území, což vede ke snížení erozní ohroženosti pozemků. Protierozní opatření se dělí na **organizační, agrotechnická a technická**.

2.3.1 Organizační protierozní opatření

Organizační opatření jsou základem protierozní ochrany. Ovlivňují návrhy agrotechnických, vegetačních i technických opatření. Patří mezi ně delimitace kultur, ochranné zatravňování, ochranné zalesňování, protierozní rozmístování plodin a velikost i tvar pozemků (Holý, 1994).

Delimitace kultur

Delimitace kultur znamená jejich rozmístění v rámci půdního fondu z hlediska terénních, půdních a klimatických podmínek se zřetelem k jeho účelnému využití pro zemědělskou a lesní výrobu.

Rozvodí se nachází v nejvyšších polohách a typicky se vyznačuje hrubozrnnějšími a propustnějšími půdami, které dobře infiltrují srážkovou vodu. Proto je rozvodí vhodné především pro kultury, které koření hluboko, zejména lesy a sady.

Na svazích rozhoduje především sklonitost území. Svahy se sklonem větším než 36 % by měly být zalesněny, svahy se sklonem větším než 21 % by zase měly být

trvale zatravněny. Dolní části svahů pak přecházejí do údolních poloh (do 21 % sklonu) a jsou vhodné jako orná půda, musejí se však dále chránit proti erozi. Pěstují se zde především pícniny, zelenina a jiné plodiny náročně na vláhu (Holý, 1994).

Protierozní rozmíst'ování plodin

Janeček (2008) považuje pěstování plodin nedostatečně chránících půdu na pozemcích rovinných či mírně svažitéch za základní princip zajišťující ochranu půdy proti vodní erozi. Na orné půdě erozí středně ohrožené je třeba nedostatečný ochranný účinek širokořádkových plodin zvýšit např. použitím vrstevnicových pasů okopanin a víceletých pícnin, zatímco obilniny lze pěstovat po celém pozemku.

Holý (1978) dodává, že významným opatřením jsou osevňovací postupy a pásové střídání plodin. Osevňovací postup znamená rozmístění zemědělských kultur do honů tak, aby se pravidelně za určitý počet let vystřídaly. Při správném použití jsou osevňovací postupy významným prostředkem k ochraně půdy. Skladba osevňovacích postupů se však musí volit tak, aby se v rotaci vyskytovalo co nejvíce plodin s ochranným účinkem (např. pícniny a trávy). Vhodná základní struktura osevňovacího postupu u nás je dána 45 až 50 % zastoupením obilovin, 25 až 30 % zastoupením okopanin a 25 až 30 % zastoupením pícnin a luštěnin.

Druhé opatření je pásové střídání plodin. Plodinové pásy, které mají ochrannou funkci proti vodní erozi, jsou uspořádány tak, aby srážková voda, odtékající z pásu osazeného plodinami se sníženou protierozní funkcí, byla zachycena ochranným pásem a v něm se vsákla. Existují ještě také protideflační plodinové pásy, kde se střídají vysoké kultury a pásy nízkých plodin, které mají nízký protideflační účinek (Buzek, 1983).

Velikost a tvar pozemku

Z hlediska protierozní ochrany je vhodné, aby rozměr pozemku orné půdy ve směru sklonu nepřevyšoval přípustnou délku stanovenou na základě vypočtené přípustné ztráty půdy erozí. Nejvhodnějším tvarem pozemku je obdélník o určitém poměru délky a šířky, situovaný delší stranou ve směru vrstevnic. Pro velikost pozemku platí, že vytvářet pozemky menší než 4 – 5 ha je z mechanického hlediska málo efektivní a naopak vytvářet pozemky větší než 70 ha nemá praktický význam (Janeček et al., 1992).

2.3.2 Agrotechnická protierozní opatření

Kvítek, Tippl (2003) uvádějí, že v této skupině se nachází opatření, která navazují na opatření organizačního charakteru. Hlavní cíle jsou zvýšení infiltrace půdy a vytvoření ochrany povrchu půdy zejména v období přívalových dešťů. Pokryv půdy vegetací nebo posklizňovými zbytky snižuje povrchový odtok a pohlcuje kinetickou energii padajících kapek a tím omezuje odnos půdních částic. Podle stupně ochrany je možné rozdělit zemědělské plodiny do tří skupin:

- Plodiny s vysokým protierozním účinkem po celou dobu vegetačního období (travní porosty, jeteloviny)
- Plodiny s dobrou protierozní ochranou po větší část vegetačního období (obiloviny, meziplodiny, luskoviny)
- Plodiny s nedostatečnou protierozní ochranou po převážnou část vegetačního období (kukuřice, brambory, cukrová řepa)

Správná struktura půdy je základní podmínkou odolnosti půdy proti poškození. Vhodnou strukturou půdy je struktura drobtovitá, která je tvořena malými hrudkami neboli drobtů o velikosti 2 – 10 mm. Tato struktura dychtivě přijímá vodu za deště, ale také ji kapilárně upoutává a zabezpečuje tím odolnost půdy.

Půda ovšem nemá trvale žádoucí drobtovitý stav, ale postupně svou strukturu zhoršuje a tím zhoršuje i vláhový režim a odolnost půdy. Postup tohoto zhoršování značně závisí na zpracování půdy orbou, smykováním, vláčením a jinými úkony. Agrotechnickým požadavkem proto je, aby se zemědělská půda trvale udržovala v drobtovité struktuře (Jůva, Hrabal, Tlapák, 1977).

Mezi agrotechnická opatření patří:

- Včasné provádění agrotechnických operací
- Ochranné obdělávání půdy – takto je nazýván systém obdělávání a pěstování plodin, který udržuje nejméně 30 % rostlinných zbytků na povrchu půdy. Místo orby se půda pouze kypří kypřiči (Janeček, 2008)
- Vrstevnicové obdělávání půdy – povrchově stékající voda se zachytí v brázdách a řádcích, dochází tak k akumulaci, plošnému rozptylu vody a také k lepší infiltraci. Vrstevnicová orba chrání půdu i před deflací (Holý, 1994).
- Setí do ponechaného strniště

- Brázdivání – po určité vzdálenosti se vyorají vrstevnicové brázdy. Ty zachycují srážkový odtok, chrání půdu před erozním splachem a zásobují půdu vsakující vodou (Cablík, Jůva, 1963)
- Mulčování – jedná se o rozložení organické hmoty o mocnosti 10 až 20 cm na povrch půdy v meziřadí (Holý, 1994)
- Setí do hrubé brázdy
- Výsev do ochranné plodiny
- Důlkování – umožňuje zadržení srážkové vody a tím snížení hodnoty povrchového odtoku (Holý, 1994)
- Meziplodiny
- Ochranné lesní pásy (větrolamy) – Podhrázská et al. (2011) dělí větrolamy na tři typy. Prodouvavý (nevhodný typ, může dojít k tryskovému efektu), neprodouvavý (prudce klesá rychlost větru, ale jen na krátké vzdálenosti), poloprodouvavý (nejvhodnější typ, dochází ke zpomalení větru a na větší vzdálenosti než u neprodouvavého typu).

2.3.3 Technická protierozní opatření

Kadlec et al. (2014) zmiňují, že technická protierozní opatření se obvykle navrhují až po vyčerpání možností řešení organizačními a agrotechnickými opatřeními. Jestliže větší rozsah zemědělských pozemků potřebuje protierozní opatření, je vhodné je řešit v rámci komplexní pozemkové úpravy. Základním principem technických protierozních opatření je:

- Změna sklonu pozemku
- Přerušování volné délky pozemku a neškodné odvedení povrchového odtoku
- Zachycení povrchového odtoku a splavenin, jeho zdržení a neškodné odvedení

Mezi technická protierozní opatření řadí Kadlec et al. (2014):

- Terénní urovnávky
- Terasy
- Příkopy
- Průlehy
- Vsakovací pásy
- Zatravněné údolnice

- Ochranné hrázky
- Ochranné nádrže
- Polní cesty s protierozní funkcí

Terénní urovnávky

Spočívají zejména v úpravě či odstranění lokálních nerovností, které významně ovlivňují směr a soustředování povrchového odtoku. V praxi se jedná o odstraňování mělkých údolnic na pozemcích (Kadlec et al., 2014).

Terasy

Terasy jsou jednou z možností, jak chránit extrémně svažité pozemky před erozí. Jedná se o velmi nákladné, avšak účinné opatření. Janeček et al. (1992) připomínají, že terasováním se zároveň vytvoří podmínky pro zemědělské využití extrémně svažitých pozemků, především pro pěstování speciálních trvalých kultur (sady, vinice). Terasy jsou buď **úzké** (šířka umožňuje výsadbu 1 nebo 2 řad ovocných stromů či vinic) nebo **široké** (umožňuje výsadku až 3 řad). Zároveň je možné vybudovat i komunikační zařízení.

Terasy se budují buď zemní, nebo s opěrnými zdmi. Zemní se budují tam, kde je sklon terasového svahu dán přirozenou soudržností zeminy a je zpevněn vegetačně (oset trávou a osázen dřevinami). Terasy s opěrnými zdmi se staví na extrémně velkých svazích (nad 30 %). Vzhledem ke značným nákladům se tento typ využívá zcela výjimečně. Hlavními parametry teras jsou:

- Šířka terasové plošiny, délka, podélný a příčný sklon
- Sklon svahu terasy, délka a výška
- Způsob zpevnění terasového svahu
- Způsob odvodnění terasové plošiny
- Dopravní a agrotechnická přístupnost terasové plošiny

Příkopy

Dalším možným způsobem úpravy srážkového odtoku jsou záchytné příkopy, které vodu zachycují a neškodně odvádějí pryč a zároveň podporují její vsak do půdy. Tím dochází k zabránění vzniku soustředěného odtoku a také se zvyšuje půdní vláha. Záchytné příkopy mohou být ojedinělé nebo tvořit ucelenou síť na dané ploše. Ojediněle to stačí tam, kde je třeba zachytit srážkový odtok z výše položeného

neobdělávaného území a to příkopem na hranici nižšího obdělávaného území. Naproti tomu na dlouhých svazích je třeba vytvářet soustavu záchytných příkopů. Podle funkce se příkopy dělí na záchytné odváděcí a záchytné vsakovací (Cablík, Jůva, 1963).

Průlehy

Hlavní funkce je přerušení délky svahu a zachycení vody, která je neškodně odvedena nebo se vsákne. Protierozní průlehy jsou podobné příkopům, liší se především ve tvaru příčného profilu, hloubce a sklonu jeho svahů (neměl by překročit 1:5). Často je sklon ještě mírnější, aby byl průleह přejezdný případně i obdělávatelný. Buduje se na pozemcích se svahem do 10 %. Průlehy se dělí stejně jako příkopy (Kadlec et al., 2014).

Vsakovací pásy

Princip těchto pásů spočívá v infiltraci povrchově odtékající vody a převedení v odtok podpovrchový. Vsakuje se nejen srážková voda přímo dopadající na pás, ale hlavně i voda přítékající z výše položených pozemků. Zasadovací pásy (travní, křovinné) se navrhují buď na svažitéch pozemcích podél vrstevnic (střídají se s pásy, na kterých se v řádcích pěstují plodiny), nebo podél vodotečí a nadržů, kde chrání před vnikáním erozních smyčů. Pás by měl být širší než 20 m (Pasák et al., 1984).

Zatravněné údolnice

Slouží k ochraně drah povrchového odtoku, který se v závislosti na terénu soustřeďuje v přirozených úžlabinách a údolnicích. Mají charakter přirozených nebo upravených svodných průlehů s vegetačním zpevněním. Nejvhodnější je upravit příčný profil do tvaru paraboly (Kvítek, Tippl, 2003).

Ochranné hrázky

Srážkový odtok je zachycován hrázkami vysokými 15 až 30 cm, které jsou budovány po určitých vzdálenostech buď vodorovně, nebo v mírném spádu. Hrázky jsou vhodné pro svahy se sklonem nejvýše 20-30 %. Vodorovné hrázky se navrhují na středně propustných půdách, kde se voda postupně vsákne. Naopak hrázky s podélným sklonem se navrhují v těžších půdách, kde je voda neškodně odváděna pryč z pozemku. Rozchod jednotlivých hrázek závisí na sklonu území (Cablík, Jůva, 1963).

Ochranné nádrže

Protierozní nádrže jsou převážně rybničního typu a podle Holého (1994) plní čtyři základní funkce:

- Zadržují nárazový odtok povrchové vody, čímž chrání níže ležící území
- Zachycují splaveniny
- Zvyšují a ustalují erozní základnu příslušného sběrného povodí
- Zlepšují vláhový režim půdy a ovzduší, čímž zvětšují protierozní odolnost půd

Existují dva typy nádrží, dočasné a trvalé. Dočasné se po zanesení neobnovují, ale kultivací se mění v pole, louku nebo les. Z trvalých se při určitém stupni zanesení odstraňují splaveniny. Aby nádrže zvládly nápor erozně nebezpečného odtoku, je vhodné je stavět v soustavách.

Polní cesty s protierozní funkcí

Protierozní cesty se budují v místě, kde je třeba přerušit délku pozemku po spádnicí (přerušení délky svahu). Zároveň je vhodné s cestou vybudovat příkop, který zachytí a odvede srážkovou vodu. Niveleta cesty by proto měla odpovídat jak dopravním požadavkům, tak také hydrologickým. Trasa cesty musí být současně volena v souladu s potřebou dopravní přístupnosti jednotlivých pozemků (Janeček et al., 1992).

2.4 Krajina a její ekologická stabilita

Krajina se v obecné řeči a obzvláště v odborném názvosloví používá ve velmi rozmanitém smyslu. V obecné řeči to je pojem vcelku srozumitelný i přes svou rozmanitost, avšak v odborném názvosloví je to pojem velmi těžce definovatelný a mnohoznačný. (Mezera et al., 1979).

Forman, Godron (1993) popisují krajinu jako: „heterogenní část zemského povrchu, skládající se ze souboru vzájemně se ovlivňujících ekosystémů, který se v dané části povrchu v podobných formách opakuje.“

Definice krajiny zákonem č. 114/1992 Sb. je následující: „krajina je část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem, tvořená souborem funkčně propojených ekosystémů a civilizačními prvky“

Podle míry vlivu člověka na krajinu lze rozlišit dvě kategorie krajiny – krajina přírodní a přirozená, krajina kulturní.

Krajina přírodní je útvar, který se vytváří působením přírodních, krajinnotvorných procesů, bez ovlivnění antropogenními faktory nebo jen s jejich minimálním působením. Přísně vzato, v naší krajině už neexistuje tento ekosystém. Krajina přirozená je taková krajina, která je charakterizována přirozenou vegetací (Sklenička, 2003).

Charakter kulturní krajiny je kromě přírodních podmínek určen i prvky socioekonomickými. Nejvýznamnějšími faktory, které způsobily přeměnu přírodní krajiny na kulturní, jsou zemědělství a lesnictví. Lidská činnost může ovlivnit krajinu kladně i záporně (Sklenička, 2003).

Významným procesem, který ovlivňuje charakter krajiny a podmínky pro existenci organismů je fragmentace krajiny. Tento proces sice vede ke zvyšování heterogenity krajiny, ale zároveň může současně ohrožovat existenci některých druhů. Fragmentace je proces, kdy se rozlehlé stanoviště dělí na řadu menších částí. Jednotlivé plochy původního stanoviště od sebe zpravidla oddělují méně hodnotné plochy. Extrémní formy fragmentace jsou často i přes zvyšování krajinné heterogenity zároveň příčinou snižování biodiverzity (Sklenička, 2003).

Pokud mají ekosystémy a krajinné systémy trvale plnit své produkční a mimoprodukční funkce, musíme vědět, jak moc je můžeme zatěžovat, aniž bychom je podstatně narušili. To je možné stanovením ekologické stability území. Ekologická stabilita je schopnost ekologického systému přetrvávat i za působení rušivých vlivů a reprodukovat své podstatné charakteristiky v podmínkách narušování zvenčí. Tato schopnost se projevuje minimální změnou za působení rušivého vlivu nebo spontánním návratem do výchozího stavu po případné změně. Opakem je ekologická labilita neboli neschopnost ekologického systému přetrvat působení cizího vlivu zvenčí (Míchal, 1994).

V území se vždy nachází plochy ekologicky stabilnější a ekologicky labilnější. Čím více stabilních ploch, tím je vyšší ekologická stabilita. V území je možné najít plochy stabilnější a ty potom tvoří kostru ekologické stability. Existuje šest stupňů ekologické stability. Ekologická stabilita se dá orientačně zjistit pomocí koeficientu ekologické stability (KES). Vypočítá se jako poměr mezi plochami relativně stabilními a nestabilními (Vlasák, Bartošková, 2007).

$$KES = \frac{\sum P_i \cdot k}{P}$$

P_i – výměry jednotlivých druhů pozemků

k – koeficient vyjadřující jejich ekologickou významnost

P – celková výměra území

Hodnoty koeficientu k , pro jednotlivé druhy pozemků:

0,10 – ostatní půda

0,14 – orná půda

0,30 – ovocné sady

0,50 – zahrady

0,62 – louky

0,68 – pastviny

1,00 – lesy a vodní plochy

Při studiu krajiny lze vhodně aplikovat základní typy ekologické stability – konstantnost, cykličnost, rezistence, resilience.

Konstantnost značí, že změny nebo výkyvy parametrů jsou velmi malé, také autoregulační pochody nejsou výrazné. Daný charakter ekologické stability nabývají krajiny s omezeným zastoupením živé složky za stabilnějších vnějších podmínek (např. pouště tropického a polárního pásu). Navenek se tedy fungování takových systémů projevuje absolutní neměnností (Kolejka, 2013).

Rezistenci neboli odolnost vysvětlují Forman, Godron (1993) jako schopnost systému odolávat nebo klást odpor změně, v případě, že byl systém vystaven změně prostředí nebo potenciálnímu narušení. Resilience (pružnost) je schopnost systému vrátit se po změně do původního stavu.

Pokud jsou výkyvy parametrů krajiny velké, avšak pravidelné, jedná se o tzv. cykličnost. Krajina autoregulační schopností překonává kolísání vlivů sezonnosti či delších periodických změn. Typicky tento typ ekologické stability charakterizuje systémy, které se nacházejí v oblastech se střídáním ročních období. Krajina je

flexibilně přizpůsobena významným podnětům, pokud přicházejí s obvyklou velikostí a v očekávanou dobu (Kolejka, 2013).

Kostra ekologické stability je soustavou ekologicky stabilnějších částí krajiny, které tvoří základ pro vymezení ÚSES. Vztah mezi ÚSES a kostrou lze podle Skleničky (2003) definovat následovně:

- Není nutné využít všechny části kostry v rámci skladebných prvků ÚSES
- ÚSES může být doplněn o navržené skladebné prvky, které nejsou součástí kostry
- Kostra v každém případě není systém vzájemně propojených elementů

Relativně ekologicky stabilní oblasti se v naší krajině zachovaly obvykle tam, kde bylo obtížnější hospodářské využití, nebo v územích, která z různých důvodů nebylo možné hospodářsky využívat ani jinak ovlivňovat. Pro správné určení ekologicky významných segmentů krajiny, které tvoří kostru ekologické stability, musí být k dispozici podrobné a aktuální informace o krajině (Kender et al., 2000).

Kender et al. (2000) dále dodávají, že ve skutečnosti se v intenzivně využívané zemědělské krajině nebo průmyslové a sídelní krajině nachází zpravidla málo přírodě blízkých společenstev s vysokou ekologickou stabilitou. Proto je v těchto případech nutné uplatnit princip selektivního výběru – do kostry se zařadí i území se společenstvy ekologicky méně hodnotnými.

2.4.1 Územní systém ekologické stability

Zákon č. 114/1992 Sb. definuje územní systém ekologické stability (ÚSES) jako: „*vzájemně propojený soubor přirozených i pozmeněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu.*“

Cílem vytváření ÚSES je (Kender et al., 2000):

- uchování biodiverzity
- zachování unikátních krajinných fenoménů
- zajištění příznivého působení na zemědělské a lesní kultury a na urbanizované území
- podpora možnosti mnohostranného funkčního využití krajiny

Potřeba uchovat základní funkce krajiny, vedoucí alespoň k tvorbě obnovitelných zdrojů, je nejširším východiskem současného procesu ekologické

stabilizace území. Součástí procesu, vedle samozřejmé ekologizace hospodářství a dalších aktivit člověka v krajině, je také zřizování územních systémů ekologické stability (Kolejka, 2013).

Územní systém ekologické stability je vybraná soustava ekologicky stabilnějších částí krajiny, účelně rozmístěných podle funkčních a prostorových kritérií. Těmito kritérii jsou:

- Rozmanitost přírodních ekosystémů v řešeném území
- Prostorové vazby
- Prostorové parametry
- Aktuální stav krajiny (Míchal, 1994)

Sklenička (2003) dodává, že ÚSES zajišťuje uchování a reprodukci přírodního bohatství, kladně působí na labilnější části krajiny a také vytváří základy pro mnohostranné využívání krajiny. Dále zmiňuje, že velmi podstatným znakem koncepce ÚSES je fakt, že byla formulována na základě limitních (minimálních) parametrů jednotlivých skladebných prvků. Zjednodušeně řečeno se jedná o jakési prostorově funkční ekologické minimum, které je žádoucí v krajině prosadit za účelem udržení její ekologické stability.

Z hlediska hierarchie se rozlišují se tři typy ÚSES: nadregionální, regionální a lokální. Skladebné prvky ÚSES jsou biocentra, biokoridory a interakční prvky.

Biocentrum je základní skladebný prvek ÚSES. Biocentrum svou velikostí a stavem ekologických podmínek umožňuje trvalou (minimálně dlouhodobou) existenci cílových druhů a společenstev přirozeného genofondu krajiny. Funkční biocentra jsou ta, která mají přírodní společenstva a vysokou ekologickou stabilitu. Semifunkční biocentra mají střední stupeň ekologické stability. Pokud biocentra nedosahují požadovaných parametrů, tak se nazývají jako částečně existující (Sklenička, 2003).

Biokoridory propojují jednotlivá biocentra a slouží převážně k migraci živočichů. Svými kvalitativními a prostorovými charakteristikami nemusí biokoridor zajišťovat podmínky k trvalé existenci organismů (Sklenička, 2003).

Posledním skladebným prvkem ÚSES jsou interakční prvky. Ty nemusí být propojeny v systému s ostatními prvky. Zprostředkovávají pozitivní působení

ekologicky stabilních krajinných prvků na okolní labilní krajinu. Nejčastěji interakční prvky tvoří meze, dřevinné doprovody cest či vodních toků atd. (Sklenička, 2003).

Protierozní opatření a ÚSES

Sklenička (2003) uvádí, že je výhodné navrhovat opatření proti vodní a větrné erozi půdy jako polyfunkční. To znamená, že neplní jen protierozní funkci, ale zároveň plní funkci např. skladebného prvku územního systému ekologické stability.

Dumbrovský (2004) dodává, že právě biokoridory mohou plnit i jinou než ekologickou funkci a to protierozní, když jsou zapojeny do systému protierozních opatření (přeruší délku svahu, zpomalí rychlost povrchového odtoku, sníží unášecí sílu větru).

Podle Kendra et al. (2000) by mělo být konečné umístění nových ekologických prvků v zemědělské krajině záležitostí především pozemkových úprav. Teprve v pozemkových úpravách je totiž území řešeno detailně po všech stránkách, tj. komplexně.

3. Cíl práce

Cílem práce je zpracování podrobné rešerše týkající se protierozních opatření, které je možné využít v projektech pozemkových úprav. Zároveň se řeší i možný vliv na zvýšení ekologické stability a napojení na ÚSES. Součástí práce je také stručný popis povodí Homolského potoka a výpočet odnosu půdy vodní erozí z daných bloků pomocí Wischmeier-Smithovy rovnice. V případě, že výsledné hodnoty překročí tolerovaný roční smyv, jsou navržena protierozní opatření.

4. Metodika

Pro výpočet ztráty půdy z jednotlivých půdních bloků byla zvolena metoda USLE – univerzální rovnice ztráty půdy dle Wischmeiera a Smithe (1978). Podle Janečka (2008) tato rovnice zatím nejdokonaleji vyjadřuje kvantitativní účinek hlavních faktorů ovlivňujících vodní erozi. Vypočtená hodnota vyjadřuje množství půdy, které může být v dlouhodobém měřítku za daných podmínek z pozemku uvolněno vodní erozí.

4.1 Wischmeier-Smithova rovnice

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

G = ztráta půdy v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$

R = faktor erozní účinnosti deště

K = faktor náchylnosti půdy k erozi

L = faktor délky svahu

S = faktor sklonu svahu

C = faktor ochranného vlivu vegetace

P = faktor účinnosti protierozních opatření

Faktor R

Faktor erozní účinnosti přívalového deště byl vymezen jako součin celkové kinetické energie deště E a jeho maximální třicetiminutové intenzity i_{30} . Celková kinetická energie deště se určí ze vztahu:

$$E = (206 + 87 \log i_s) \cdot H_s$$

Kde E = kinetická energie deště v $J \cdot m^{-2}$

i_s = intenzita deště v $cm \cdot h^{-1}$

H_s = úhrn přívalového deště v cm

V České republice se podle metodiky používá do výpočtu faktor R s průměrnou hodnotou 40. Průměrná roční hodnota faktoru R je vlastně hodnotou faktoru R za vegetační období, protože v našich klimatických podmínkách přicházejí přívalové deště, vyvolávající na poli smyv půdy, pouze od konce dubna do začátku října.

Tabulka č. 3 - Rozdělení průměrné roční hodnoty faktoru R na jednotlivé měsíce

Měsíc	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
%	0,5	7,0	26,8	32,2	31,1	2,0	0,4

Faktor K

Hodnoty faktoru K je možné určit pomocí kódů KPP nebo BPEJ. V případě, že pro dané BPEJ nejsou hodnoty faktoru K k dispozici, je nutné faktor K stanovit pomocí nomogramu.

Faktory L a S

Vliv sklonu a délky svahu na velikost půdního smyvu je vyjádřen topografickým faktorem LS , který představuje poměr ztráty půdy na standardní srovnávací ploše dlouhé 22,13 m se sklonem 9 %.

Tabulka č. 4 - Hodnoty faktoru délky svahu (L)

d [m]	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100
L	0,48	0,68	0,82	0,95	1,17	1,35	1,52	1,66	1,91	2,13
d [m]	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
L	2,61	3,02	3,38	3,69	3,99	4,27	4,52	4,77	5,22	5,64
d [m]	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500		
L	6,04	6,39	6,75	7,07	7,39	7,69	7,98	8,26		

Tabulka č. 5 - Hodnoty faktoru sklonu svahu (S)

s [%]	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
S	0,18	0,26	0,35	0,45	0,57	0,70	0,84	1,0	1,17	
s [%]	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S	1,35	1,55	1,75	1,97	2,21	2,46	2,72	2,99	3,27	3,57
s [%]	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
S	3,89	4,21	4,55	4,90	5,26	5,64	6,03	6,43	6,85	7,28

Faktor C

Pro vyjádření vývoje ochranného účinku plodin a jejich posklizňových zbytků se rozděluje rok na 5 období:

1. Období podmínky a hrubé brázdy
2. Období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení
3. Období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení, u ozimů do 30.4.
4. Období od konce 3. období do sklizně
5. Období strniště

Hodnotu faktoru C plodiny ovlivňuje tedy její zařazení v osevním sledu, délka vegetační doby plodiny, použitá agrotechnika a v neposlední řadě výrobní oblast.

Faktor P

Jestliže na pozemku nejsou aplikována žádná protierozní opatření ani postupy, volí se faktor P roven 1.

Přípustné hodnoty G

$G_{\text{přípustné}}$ stanovuje tolerované hodnoty smyvu.

Tabulka č. 6 - $G_{\text{příp.}}$ v závislosti na hloubce půdy (Janeček, 2008)

Hloubka půdy	$G_{\text{příp.}}$ [t.ha ⁻¹ . Rok ⁻¹]
mělké < 30 cm	1
středně hluboké 30-60 cm	4
hluboké > 60 cm	10

4.2 Charakteristika povodí

Povodí Homolského potoka se nachází v Jihočeském kraji, necelých 10 km od Českých Budějovic. V celém povodí se nachází 4 větší vesnice – Nové Homole, Černý

dub, Závraty a Dvůr Koroseky. Hydrologické číslo povodí je 1-06-01-215 a celková rozloha činí 15,9 km². Homolský potok se vlévá do Vltavy.

Klimatické poměry

Pokud jde o teplotní poměry na území, tak nejstudenějším měsícem se stal leden s teplotou -2,1 °C. Naopak nejteplejší měsíc je červenec s teplotou 17,4 °C. Celková průměrná roční teplota je na území 7,8 °C. Co se týče srážek, tak na území jich spadne nejvíce v letních měsících, konkrétně červenec s úhrnem srážek 102 mm. Nejméně srážek spadne v zimních měsících – v lednu 25 mm. Roční úhrn srážek je 620 mm.

Tabulka č. 7 - Měsíční úhrn srážek [mm]

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	rok
25	28	29	46	67	85	102	73	54	46	33	32	620

Tabulka č. 8 - Průměrná měsíční teplota vzduchu [°C]

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	rok
-2,1	-1,1	3,1	7,5	12,8	15,8	17,4	16,6	13	7,8	2,9	-0,7	7,8

Tabulka č. 9 - Četnost směru větru v roce [%]

S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	bezvětrí
3,4	1,8	4,2	10,7	5,1	10	16	11,2	37,6

Klimatologické indexy - Langův dešťový faktor a Minářova vláhová jistota

- $LDF = \frac{s}{t}$
- $MVJ = \frac{s - [30 * (t + 7)]}{t}$

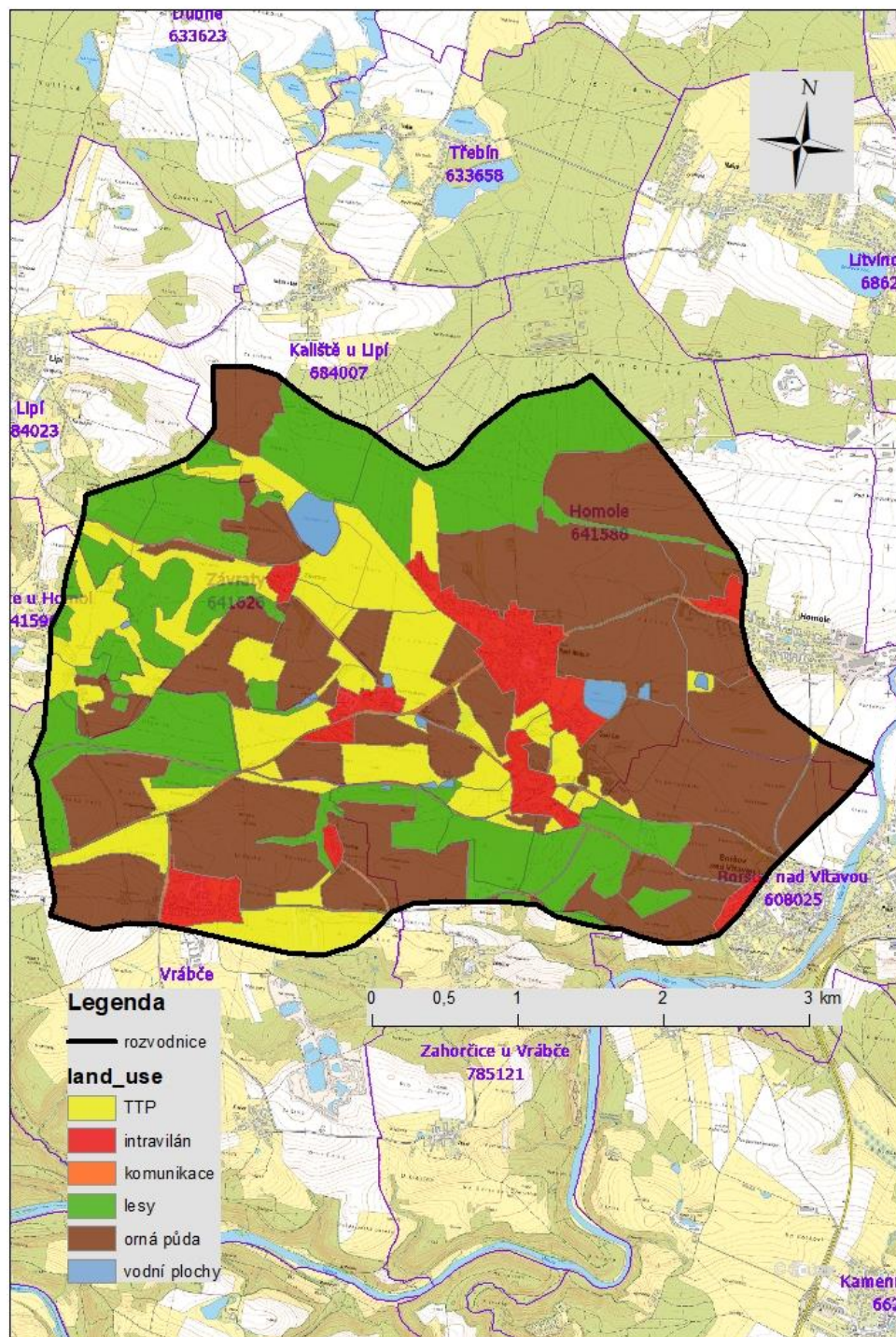
Kde s = průměrný roční úhrn srážek [mm]

t = průměrná roční teplota vzduchu [°C]

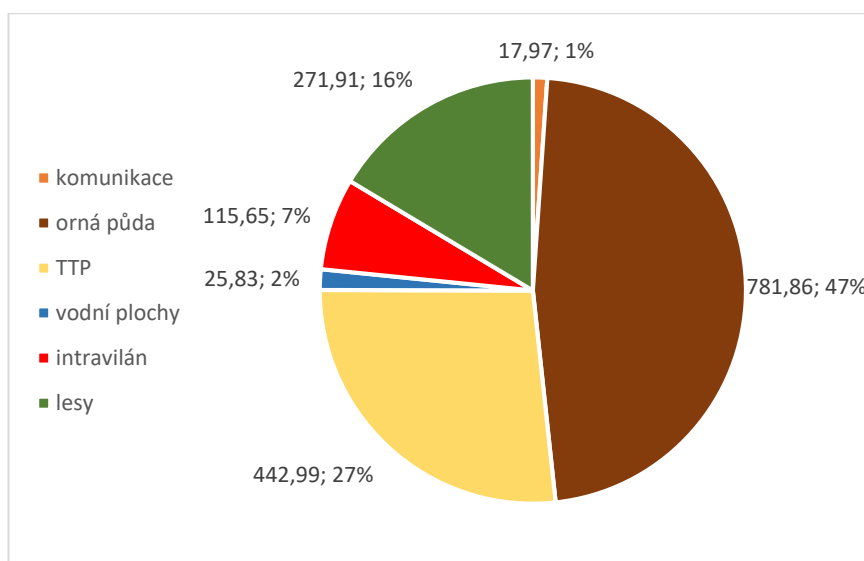
LDF po výpočtu vyšel 79,5 a tím pádem je území řazeno jako semihumidní oblast. MVJ vyšla 22,6, tudíž oblast mírně vlhká.

Land use

Obrázek č. 1 - land use povodí Homolského potoka



Obrázek č. 2 - land use povodí Homolského potoka [ha]



Z grafu je patrné, že povodí Homolského potoka má největší zastoupení orná půda o výměře 782 ha. Následují trvalé travní porosty, které zaujímají území o celkové velikosti 443 ha. Třetí významnou složkou jsou lesy, které rostou na 272 ha. Co se týče vodních poměrů, tak do Homolského potoka se vlévá Dubský potok a několik dalších malých bezejmenných vodotečí. Na Homolském potoce se nacházejí 2 rybníky - Závratský rybník a Černodubský rybník.

Pedologické poměry

Oblast se nachází v mírně teplém a mírně vlhkém regionu. Na území se nachází 4 hlavní půdní jednotky – HPJ 53, 29, 50, 47. V celém území převažuje půdní typ pseudogleje a půdy mají převážně střední hloubkou. Obecně se jedná o půdy spíše s nižší rychlostí infiltrace.

Geologické poměry

Zájmové území se nachází v regionu jihočeské pánve, konkrétně v Českobudějovické pánvi. Mezi nejvíce zastoupené horniny v daném území patří pískovce, slepence, jílovce a prachovce. V menší míře se na území vyskytuje granit, spraše, pararula.

5. Výsledky a diskuze

V povodí Homolského potoka bylo určeno celkem 63 půdních bloků, na kterých byl vypočítán roční odnos půdy v důsledku vodní eroze. Výpočet byl proveden pomocí Wischmeier-Smithovy rovnice.

V tabulce č. 13 jsou zobrazeny výsledky výpočtu. Zároveň jsou tam červeně vyznačeny hodnoty, kde došlo k překročení přípustného odnosu půdy. Na půdních blocích, kde došlo k překročení přípustné hodnoty, je třeba navrhnout protierozní opatření.

Faktor R = 40

Faktor K

V povodí se nachází 4 HPJ. Z 50 % je zastoupena HPJ 53, z 20 % HPJ 29, z 20 % HPJ 50 a z 10 % HPJ 47. Hodnota faktoru K je pro:

- HPJ 53 – 0,28
- HPJ 29 – 0,21
- HPJ 47 a 50 – 0,39

Faktor C

V území byl vytvořen sedmiletý osevní postup:

Tabulka č. 10 - osevní postup

Osevní postup	
1.	Jetel
2.	Jetel
3.	Pšenice ozimá
4.	Kukuřice na siláž
5.	Žito ozimé
6.	Řepka ozimá
7.	Ječmen jarní s podsevem

Výpočet faktoru C

Tabulka č. 11 - Hodnoty faktoru C pro jednotlivé plodiny

Pšenice ozimá

období	datum	R	C	R*C
1.	10.9. - 20.9.	0,007	0,5	0,004
2.	21.9 - 31.10.	0,0011	0,55	0,001
3.	1.11 - 30.4.	0,005	0,3	0,002
4.	1.5. - 20.7.	0,553	0,05	0,028
5.	21.7. - 31.8.	0,418	0,2	0,084
			$\sum R*C = C_2$	0,117

Kukuřice na siláž

období	datum	R	C	R*C
1.	1.9. - 15.4.	0,027	0,7	0,019
2.	16.4. - 31.5.	0,073	0,9	0,066
3.	1.6 - 30.6.	0,268	0,7	0,188
4.	1.7. - 5.9.	0,636	0,35	0,223
5.	6.9. - 15.9.	0,007	0,7	0,005
			$\sum R*C = C_3$	0,500

Žito ozimé

období	datum	R	C	R*C
1.	16.9. - 25.9.	0,007	0,65	0,005
2.	26.9. - 31.10.	0,007	0,7	0,005
3.	1.11. - 30.4.	0,005	0,45	0,002
4.	1.5. - 15.7.	0,499	0,08	0,040
5.	16.7. - 10.8.	0,265	0,25	0,066
			$\sum R*C = C_5$	0,118

**Řepka
ozimá**

období	datum	R	C	R*C
1.	11.8 - 20.8	0,104	0,65	0,068
2.	21.8. - 30.9.	0,124	0,7	0,087
3.	1.10. - 30.4.	0,009	0,45	0,004
4.	1.5. - 20.7.	0,553	0,08	0,044
5.	21.7. - 31.8.	0,418	0,25	0,105
			$\sum R*C = C_4$	0,307

**Ječmen
jarní**

období	datum	R	C	R*C
1.	1.9. - 15.3.	0,024	0,65	0,016
2.	16.3. - 30.4.	0,003	0,7	0,002
3.	1.5. - 31.5.	0,073	0,45	0,033
4.	1.6. - 31.7.	0,59	0,08	0,047
			$\sum R*C = C_6$	0,098

$$C_1 = 0,015$$

$$C_2 = 0,015$$

$$C = \frac{\sum C_x}{7}$$

$$C = \mathbf{0,167}$$

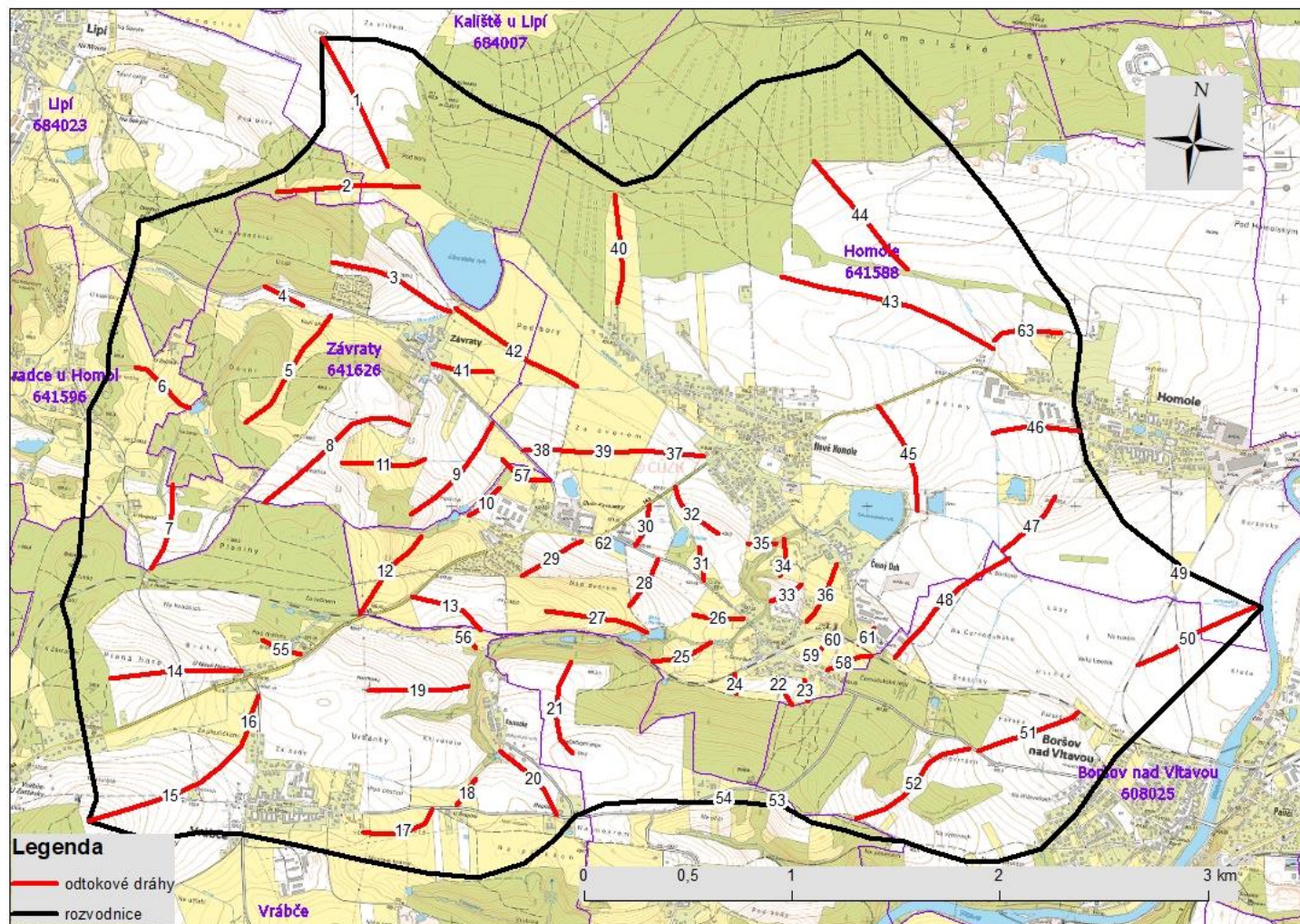
Faktory LS

Na obrázku č. 3 jsou vyznačené jednotlivé odtokové dráhy v povodí Homolského potoka. Pro každou dráhu byla vypočtena délka a její sklon. Všechny zjištěné hodnoty jsou přehledně řazené v tabulce č. 12.

Tabulka č. 12 - Faktory LS

	délka [m]	převýšení [m]	sklon [%]		délka [m]	převýšení [m]	sklon [%]
1	696	28	4	33	176	18	10
2	688	24	4	34	183	4	2
3	630	44	7	35	140	10	7
4	208	14	7	36	318	24	8
5	669	52	8	37	282	8	3
6	333	24	7	38	185	6	3
7	427	10	2	39	402	6	2
8	850	46	5	40	531	16	3
9	599	40	7	41	295	8	3
10	204	10	5	42	697	10	1
11	411	38	9	43	1091	18	2
12	485	40	8	44	693	16	2
13	384	12	3	45	551	20	4
14	638	30	5	46	424	12	3
15	830	40	5	47	370	20	5
16	268	8	3	48	735	24	3
17	382	12	3	49	74	2	3
18	159	8	5	50	628	10	2
19	482	28	6	51	517	22	4
20	417	12	3	52	669	36	5
21	478	22	5	53	68	6	9
22	159	8	5	54	60	4	7
23	107	8	7	55	202	6	3
24	98	8	8	56	137	10	7
25	300	20	7	57	265	6	2
26	248	10	4	58	227	12	5
27	502	34	7	59	107	6	6
28	263	26	10	60	61	2	3
29	333	34	10	61	117	12	10
30	215	8	4	62	76	2	3
31	161	4	3	63	337	12	4
32	319	16	5				

Obrázek č. 3 - Odtokové dráhy jednotlivých půdních bloků



Tabulka č. 13 - Výsledné hodnoty G

	L	S	C	K	R	P			L	S	C	K	R	P	
G₁	5,64	0,35	0,167	0,21	40	1,0	2,77	G₃₃	2,61	1,00	0,167	0,21	40	1,0	3,66
G₂	5,64	0,35	0,005	0,39	40	1,0	0,15	G₃₄	3,02	0,18	0,005	0,28	40	1,0	0,03
G₃	5,22	0,70	0,167	0,21	40	1,0	5,13	G₃₅	2,61	0,70	0,005	0,28	40	1,0	0,10
G₄	3,02	0,57	0,167	0,28	40	1,0	3,22	G₃₆	3,69	0,84	0,005	0,28	40	1,0	0,17
G₅	5,64	0,84	0,005	0,39	40	1,0	0,37	G₃₇	3,69	0,26	0,167	0,28	40	1,0	1,79
G₆	3,99	0,70	0,005	0,39	40	1,0	0,22	G₃₈	3,02	0,26	0,167	0,28	40	1,0	1,47
G₇	4,27	0,18	0,167	0,28	40	1,0	1,44	G₃₉	4,27	0,18	0,005	0,28	40	1,0	0,04
G₈	6,04	0,45	0,167	0,28	40	1,0	5,08	G₄₀	4,77	0,26	0,005	0,28	40	1,0	0,07
G₉	5,22	0,70	0,167	0,21	40	1,0	5,13	G₄₁	3,69	0,26	0,005	0,28	40	1,0	0,05
G₁₀	3,02	0,45	0,167	0,39	40	1,0	3,54	G₄₂	5,64	0,18	0,005	0,21	40	1,0	0,04
G₁₁	4,27	1,00	0,005	0,39	40	1,0	0,33	G₄₃	7,07	0,18	0,167	0,28	40	1,0	2,38
G₁₂	4,77	0,84	0,005	0,39	40	1,0	0,31	G₄₄	5,64	0,18	0,167	0,21	40	1,0	1,42
G₁₃	4,27	0,26	0,167	0,28	40	1,0	2,08	G₄₅	4,77	0,35	0,167	0,28	40	1,0	3,12
G₁₄	5,22	0,45	0,167	0,21	40	1,0	3,30	G₄₆	4,27	0,26	0,167	0,28	40	1,0	2,08
G₁₅	6,04	0,45	0,167	0,28	40	1,0	5,08	G₄₇	3,99	0,45	0,167	0,28	40	1,0	3,36
G₁₆	3,36	0,26	0,005	0,28	40	1,0	0,05	G₄₈	5,64	0,26	0,167	0,28	40	1,0	2,74
G₁₇	4,27	0,26	0,005	0,39	40	1,0	0,09	G₄₉	1,91	0,26	0,005	0,28	40	1,0	0,03
G₁₈	2,61	0,45	0,005	0,28	40	1,0	0,07	G₅₀	5,22	0,18	0,167	0,28	40	1,0	1,76
G₁₉	4,52	0,57	0,167	0,28	40	1,0	4,82	G₅₁	4,77	0,35	0,167	0,28	40	1,0	3,12
G₂₀	4,27	0,26	0,167	0,39	40	1,0	2,89	G₅₂	5,64	0,45	0,167	0,28	40	1,0	4,75
G₂₁	4,27	0,45	0,167	0,28	40	1,0	3,59	G₅₃	1,66	1,00	0,167	0,28	40	1,0	3,10
G₂₂	2,61	0,45	0,167	0,39	40	1,0	3,06	G₅₄	1,66	0,70	0,167	0,39	40	1,0	3,03
G₂₃	2,13	0,70	0,005	0,39	40	1,0	0,12	G₅₅	3,02	0,26	0,005	0,28	40	1,0	0,04
G₂₄	2,13	0,84	0,005	0,21	40	1,0	0,08	G₅₆	2,61	0,70	0,005	0,28	40	1,0	0,10
G₂₅	3,36	0,70	0,005	0,21	40	1,0	0,10	G₅₇	3,36	0,18	0,005	0,28	40	1,0	0,03
G₂₆	3,36	0,35	0,005	0,21	40	1,0	0,05	G₅₈	3,02	0,45	0,005	0,21	40	1,0	0,06
G₂₇	4,77	0,70	0,005	0,39	40	1,0	0,26	G₅₉	2,13	0,57	0,005	0,28	40	1,0	0,07
G₂₈	3,36	1,17	0,167	0,21	40	1,0	5,51	G₆₀	1,66	0,26	0,167	0,28	40	1,0	0,81
G₂₉	3,69	0,17	0,167	0,39	40	1,0	1,63	G₆₁	2,13	0,17	0,005	0,39	40	1,0	0,03
G₃₀	3,02	0,35	0,167	0,39	40	1,0	2,75	G₆₂	1,91	0,26	0,005	0,39	40	1,0	0,04
G₃₁	2,61	0,26	0,005	0,28	40	1,0	0,04	G₆₃	3,99	0,35	0,167	0,39	40	1,0	3,64
G₃₂	3,69	0,45	0,167	0,28	40	1,0	3,11								

Z tabulky č. 13 je patrné, že v 7 případech došlo k překročení tolerovaného smyvu půdy. Navrhované řešení pro území 3, 8, 9, 52 je umístit travní či křovinný zasakovací pás s doprovodným příkopem. Šířka pásu je 30 m. Tím dojde k přerušení délky svahu a snížení hodnoty L faktoru. Pás je umístěn uprostřed pozemku a je možné jej doplnit výsadbou stromů. Tyto pásy budou zároveň sloužit jako biokoridory pro navrhované změny ÚSES povodí Homolského potoka, viz obrázek č. 5. Pro území G₁₅, G₁₉, G₂₈ je navrženo vrstevnicové obdělávání, které podle Pasáka et al. (1984)

sníží hodnotu P na 0,6 na pozemcích, kde sklon svahu nepřekračuje 7 %. Pozemky se sklonem od 7 % do 12 % mají hodnotu P 0,7.

ÚSES povodí Homolského potoka

Lokální územní systém ekologické stability povodí Homolského potoka tvoří 7 biocenter a 9 biokoridorů. Biokoridory navzájem propojují jednotlivá biocentra.

BC1

- název – Černodubský rybník
- biocentrum lokální, nachází se západně od Černodubského rybníka
- velikost – 3,31 ha
- biocentrum ohraničují dvě vodoteče, Homolský a Dubský potok.

BC2

- název – Dolní Máčalka
- biocentrum lokální, zahrnuje rybník Dolní Máčalka
- velikost – 3,60 ha
- rybník je obrostlý dřevinami (olše lepkavá, bříza)

BC3

- název – lesní
- biocentrum lokální, nachází se v lesním komplexu na severu katastrálního území
- velikost – 10 ha
- je tvořeno různověkými porosty. V druhovém zastoupení převažuje borovice lesní.

BC4

- název – Koroseky
- Biocentrum lokální, nachází se severně od obce Koroseky
- Velikost 3 ha

BC5

- název – Planá hora
- lokální biocentrum
- velikost 4,21 ha

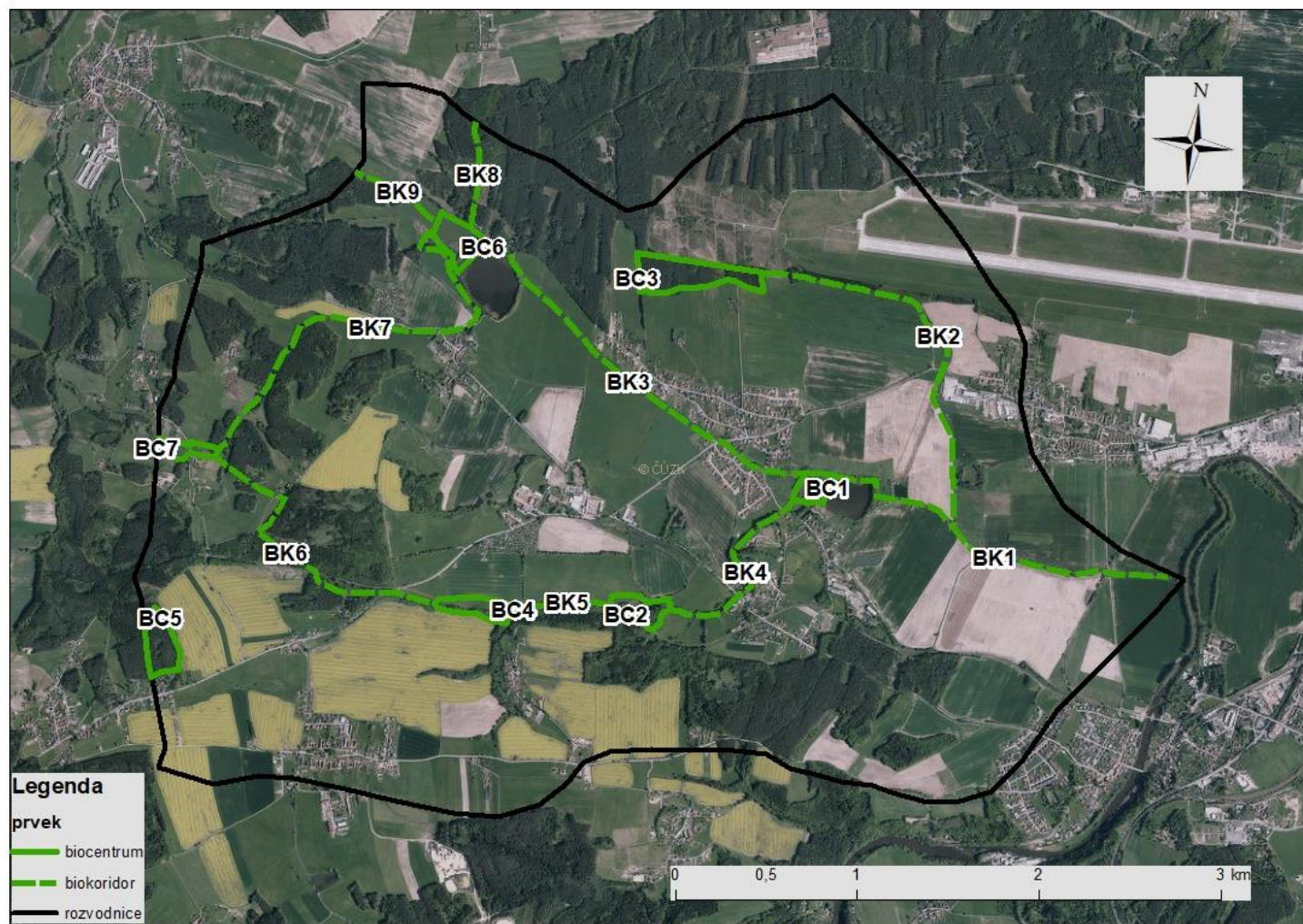
BC6

- název – Závratský rybník
- lokální biocentrum
- velikost – 4,68 ha

BC7

- nachází se jižně od Hradců

Obrázek č. 4 - ÚSES povodí Homolského potoka



Návrh doplnění ÚSES

Protierozní opatření ve formě zasakovacích pásů je možné využít pro tvorbu územního systému ekologické stability. Jedná se o území 3, 8, 9, 52. Zasakovací pásy jsou široké 30 m, takže splňují kritérium minimální šířky lokálního biokoridoru. V území jsou navržena dvě nová lokální biocentra, která působí kladně na ekologickou stabilitu okolí.

Návrh BC8

- název – Na výhonech
- lokální biocentrum
- velikost – 3,48 ha
- nachází se západně od Boršova nad Vltavou, jedná se o lesní biocentrum. Nejvíce zastoupený druh je borovice lesní, další je např. smrk nebo bříza bílá.

Návrh BC9

- název – Na havírně
- lokální biocentrum
- velikost – 3,38 ha
- nachází se západně od obce Dvůr Koroseky. Zahrnuje částečně vodní plochu.

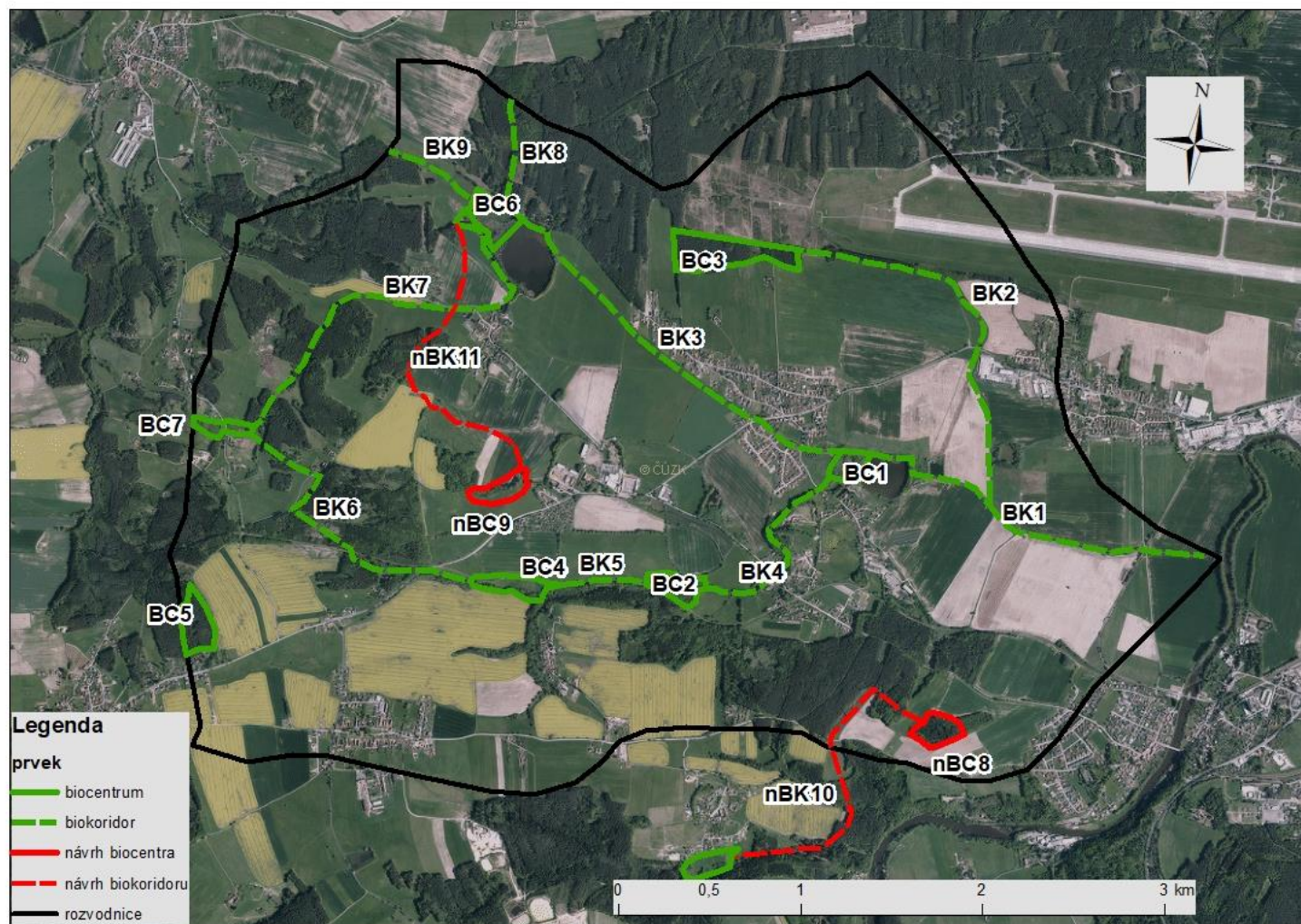
Návrh BK10

- délka – 1903 m
- spojuje navrhované biocentrum BC8 a biocentrum jižně od Zahorčic

Návrh BK11

- délka – 1848 m
- spojuje navrhované biocentrum BC9 a biocentrum BC6

Obrázek 5 - návrh doplnění ÚSES povodí Homolského potoka



Tabulka č. 14 - nově vypočtené hodnoty G

	L	S	C	K	R	P			L	S	C	K	R	P	
G ₁	5,64	0,35	0,167	0,21	40	1,0	2,77	G ₃₃	2,61	1,00	0,167	0,21	40	1,0	3,66
G ₂	5,64	0,35	0,005	0,39	40	1,0	0,15	G ₃₄	3,02	0,18	0,005	0,28	40	1,0	0,03
G ₃	3,69	0,70	0,167	0,21	40	1,0	3,62	G ₃₅	2,61	0,70	0,005	0,28	40	1,0	0,10
G ₄	3,02	0,57	0,167	0,28	40	1,0	3,22	G ₃₆	3,69	0,84	0,005	0,28	40	1,0	0,17
G ₅	5,64	0,84	0,005	0,39	40	1,0	0,37	G ₃₇	3,69	0,26	0,167	0,28	40	1,0	1,79
G ₆	3,99	0,70	0,005	0,39	40	1,0	0,22	G ₃₈	3,02	0,26	0,167	0,28	40	1,0	1,47
G ₇	4,27	0,18	0,167	0,28	40	1,0	1,44	G ₃₉	4,27	0,18	0,005	0,28	40	1,0	0,04
G ₈	4,27	0,45	0,167	0,28	40	1,0	3,59	G ₄₀	4,77	0,26	0,005	0,28	40	1,0	0,07
G ₉	3,69	0,70	0,167	0,21	40	1,0	3,62	G ₄₁	3,69	0,26	0,005	0,28	40	1,0	0,05
G ₁₀	3,02	0,45	0,167	0,39	40	1,0	3,54	G ₄₂	5,64	0,18	0,005	0,21	40	1,0	0,04
G ₁₁	4,27	1,00	0,005	0,39	40	1,0	0,33	G ₄₃	7,07	0,18	0,167	0,28	40	1,0	2,38
G ₁₂	4,77	0,84	0,005	0,39	40	1,0	0,31	G ₄₄	5,64	0,18	0,167	0,21	40	1,0	1,42
G ₁₃	4,27	0,26	0,167	0,28	40	1,0	2,08	G ₄₅	4,77	0,35	0,167	0,28	40	1,0	3,12
G ₁₄	5,22	0,45	0,167	0,21	40	1,0	3,30	G ₄₆	4,27	0,26	0,167	0,28	40	1,0	2,08
G ₁₅	6,04	0,45	0,167	0,28	40	0,6	3,05	G ₄₇	3,99	0,45	0,167	0,28	40	1,0	3,36
G ₁₆	3,36	0,26	0,005	0,28	40	1,0	0,05	G ₄₈	5,64	0,26	0,167	0,28	40	1,0	2,74
G ₁₇	4,27	0,26	0,005	0,39	40	1,0	0,09	G ₄₉	1,91	0,26	0,005	0,28	40	1,0	0,03
G ₁₈	2,61	0,45	0,005	0,28	40	1,0	0,07	G ₅₀	5,22	0,18	0,167	0,28	40	1,0	1,76
G ₁₉	4,52	0,57	0,167	0,28	40	0,6	2,89	G ₅₁	4,77	0,35	0,167	0,28	40	1,0	3,12
G ₂₀	4,27	0,26	0,167	0,39	40	1,0	2,89	G ₅₂	3,99	0,45	0,167	0,28	40	1,0	3,36
G ₂₁	4,27	0,45	0,167	0,28	40	1,0	3,59	G ₅₃	1,66	1,00	0,167	0,28	40	1,0	3,10
G ₂₂	2,61	0,45	0,167	0,39	40	1,0	3,06	G ₅₄	1,66	0,70	0,167	0,39	40	1,0	3,03
G ₂₃	2,13	0,70	0,005	0,39	40	1,0	0,12	G ₅₅	3,02	0,26	0,005	0,28	40	1,0	0,04
G ₂₄	2,13	0,84	0,005	0,21	40	1,0	0,08	G ₅₆	2,61	0,70	0,005	0,28	40	1,0	0,10
G ₂₅	3,36	0,70	0,005	0,21	40	1,0	0,10	G ₅₇	3,36	0,18	0,005	0,28	40	1,0	0,03
G ₂₆	3,36	0,35	0,005	0,21	40	1,0	0,05	G ₅₈	3,02	0,45	0,005	0,21	40	1,0	0,06
G ₂₇	4,77	0,70	0,005	0,39	40	1,0	0,26	G ₅₉	2,13	0,57	0,005	0,28	40	1,0	0,07
G ₂₈	3,36	1,17	0,167	0,21	40	0,7	3,86	G ₆₀	1,66	0,26	0,167	0,28	40	1,0	0,81
G ₂₉	3,69	0,17	0,167	0,39	40	1,0	1,63	G ₆₁	2,13	0,17	0,005	0,39	40	1,0	0,03
G ₃₀	3,02	0,35	0,167	0,39	40	1,0	2,75	G ₆₂	1,91	0,26	0,005	0,39	40	1,0	0,04
G ₃₁	2,61	0,26	0,005	0,28	40	1,0	0,04	G ₆₃	3,99	0,35	0,167	0,39	40	1,0	3,64
G ₃₂	3,69	0,45	0,167	0,28	40	1,0	3,11								

V tabulce č. 14 jsou zeleně vyznačené nově vypočtené hodnoty. Je zřejmé, že oproti původnímu stavu, jsou hodnoty odnosu půdy již nižší než maximální tolerované hodnoty odnosu půdy.

Zasakovací pás patří mezi liniové prvky ochrany půdy a může sloužit jako prvek lokálního ÚSES - biokoridor. Má vliv na biodiverzitu krajiny, zlepšuje migraci živočichů, plní estetickou funkci. Pasák et al. (1984) schvalují navrženou šířkou pásu, protože uvádí, že minimální šířka pásu by měla být 20 m. Holý (1994) souhlasí s tím, že vsakovací pásy s příkopem jsou velmi účinné protierozní opatření, varuje však před

tím, že není možné jejich přejíždění, což brání plnému využití mechanizace. Dumbrovský (2004) souhlasí s tvrzením, že navržením biokoridoru dojde k přerušení délky svahu. Dále dodává, že je vhodné vzájemně přizpůsobit trasy biokoridoru a liniových prvku protierozní ochrany. Soukup et al. (2008) také souhlasí s tím, že zasakovací pásy doplněné o keřovou a stromovou vegetaci přispívají nejen ke zlepšení estetiky krajiny, ale zároveň tvoří spojovací prvky a lokální biokoridory.

6. Závěr

Cílem bakalářské práce na téma „protierozní opatření jako prvek ekologické stability“ bylo vypracování podrobné rešerše, se zaměřením na problematiku eroze, protierozních opatření a ekologické stability krajiny. Daná rešerše slouží jako podklad pro druhou část práce, ve které byl proveden výpočet ztráty půdy v důsledku vodní eroze. Pro potřeby výpočtu bylo vybráno povodí Homolského potoka, které bylo následně stručně charakterizováno.

Ve vybraném povodí bylo stanoveno celkem 63 odtokových drah. Pro výpočet odnosu půdy z jednotlivých bloků byla použita Wishmeier-Smithova rovnice. Pokud jde o výsledky, tak v 7 případech došlo k překročení tolerovaného smyvu a bylo nutné navrhnout vhodná protierozní opatření. Pro část půdních bloků bylo navrženo jako protierozní opatření vrstevnicové obdělávání pozemku a pro zbytek bloků byl navržen zasakovací pás. V důsledku toho došlo ke zkrácení délky odtokových drah na půdních blocích a při opětovném výpočtu již na žádném bloku nedošlo k překročení mezních hodnot.

Záměrně byla zvolena protierozní opatření ve formě zasakovacího pásu, protože zároveň kladně působí na ekologickou stabilitu okolí. Toto opatření také může být biokoridorem územního systému ekologické stability, což bylo demonstrováno v poslední části této práce, kde jsou navrženy změny územního systému ekologické stability povodí tak, aby se právě zasakovací pásy staly součástí. Obecně lze doporučit navrhování polyfunkčních opatření, která mají jak funkci protierozní, tak i ekologickou.

7. Seznam literatury

1. Brady, N. C., Weil, R. R. The nature and properties of soils. Prentice Hall, Upper Saddle River, 2002, 960 s.
2. Burian, Z., Cudlínová, E., Číhal, L., Dumbrovský, M., Hánek, P., Hladík, J., Hrabánková, M., Jacko, K., Janeček, M., Kaulich, K., Klímová, M., Kopp, J., Kottová, B., Koupilová, M., Kulhavý, Z., Kvítek, T., Lapka, M., Maradová, S., Mazín, V., Moravcová, J., Muchová, Z., Němec, J., Němec, J., Novák, P., Ondr, P., Pártlová, P., Podhrázská, J., Procházková, E., Sklenička, P., Supová, M., Šimčík, T., Škodová, D., Toman, F., Váchal, J., Vítek, J., Vrána, K. Pozemkové úpravy v České republice. Consult, Praha, 2011, 207 s.
3. Buzek, L. Eroze Půdy. Pedagogická fakulta v Ostravě, Ostrava, 1983, 257 s.
4. Cablík, J., Jůva, K. Protierozní ochrana půdy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1963, 324 s.
5. Dumbrovský, M. Pozemkové úpravy. Akademické nakladatelství Cerm, Brno, 2004, 263 s.
6. Forman, R. T. T., Godron, M. Krajinná ekologie. Nakladatelství Akademie věd České republiky, Praha, 1993, 583 s.
7. Holý, M. Eroze a životní prostředí. Vydavatelství ČVUT, Praha, 1994, 383 s.
8. Holý, M. Protierozní ochrana. Nakladatelství technické literatury, Praha, 1978, 288 s.
9. Janeček, M. Základy erodologie. Česká zemědělská univerzita, Praha, 2008, 172 s.
10. Janeček, M., Pasák, V., Bohuslávka J., Sokolová, I., Toman, F. Ochrana zemědělské půdy před erozí. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha, 1992, 110 s.
11. Jonáš, F., Dobiáš, J., Karlubíková, E., Urbanová, M. Pozemkové úpravy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1990, 512 s.
12. Jůva, K., Hrabal, A., Tlapák, V. Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1977, 180 s.

13. Kadlec, V., Dostál, T., Vrána, K., Kavka, P., Krása, J., Devátý, J., Podhrázská, J., Pochop, M., Kulířová, P., Heřmanovská, D., Novotný, I., Papaj, V. Navrhování technických protierozních opatření. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 2014, 100 s.
14. Kender, J., Pařízek, P., Novotná, D., Vopálka, J., Pelc, F., Branžovský, A., Fanta, J., Jandura, M., Hájek, M., Kaulich, K., Bučilová, R. Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 2000, 220 s.
15. Kolejka, J. Nauka o krajině. Nakladatelství Academia, Praha, 2013, 439 s.
16. Kvítek, T., Tippl, M. Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 2003, 47 s.
17. Mezera, A., Beneš, S., Fér. F., Hron, F., Kolář, O., Terplan, J. K., Nováková, E., Pokorný, J., Terplan, J. Š., Vidláková, O. Tvorba a ochrana krajiny. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1979, 476 s.
18. Míchal, I. Ekologická stabilita. Veronica, Brno 1994, 276 s.
19. Morgan, R.P.C. Soil erosion and conservation. Blackwell publishing, Oxford, 2005, 304 s.
20. Pasák, V., Janeček, M., Šabata, M., Dýrová, E., Hejl, R., Švehla, F., Tintěra, J., Asingr, J., Šrot, R. Ochrana půdy před erozí. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1984, 160 s.
21. Podhrázská, J., Litschmann, T., Hradil, M., Středa, T., Středová, H., Rožnovský, J., Dufková, J., Kohut, M., Novotný, I., Jareš, V. Hodnocení účinnosti trvalých vegetačních bariér v ochraně proti větrné erozi. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno, 2011, 36 s.
22. Sklenička, P. Základy krajinného plánování. Nakladatelství Naděžda Skleničková, Brno, 2003, 321 s.
23. Soukup, M., Eichler, J., Sklenička, P., Kulhavý, Z., Vlčková, M., Pilná, E. Biotechnická opatření v krajině pro zvýšení retence vody na odvodněných pozemcích. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 2008, 82 s.
24. Švehla, F., Vaňous, M. Pozemkové úpravy. ČVUT, Praha, 1987, 120 s.
25. Tlapák, V., Šálek, J., Legát, V. Voda v zemědělské krajině. Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha, 1992, 320 s.

26. Vlasák, J., Bartošková, K. Pozemkové úpravy. Nakladatelství ČVUT, Praha, 2007, 168 s.
27. Zachar, D. Erózia pôdy. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava, 1970, 528 s.
28. Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
29. Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech.

8. Přílohy

Obrázek č. 6 - ústí Homolského potoka do Vltavy



Obrázek č. 7 - Černodubský rybník



Obrázek č. 8 - Závratký rybník



Obrázek č. 9 - propustek v obci Nové Homole



Obrázek č. 10 - Homolský potok

